

# ЛОГИСТИКА ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

К 100-летию  
Государственного  
университета управления

## ОСНОВЫ ЛОГИСТИКИ

УЧЕБНИК

Под редакцией

д-ра экон. наук, проф. Б. А. Аникина,  
д-ра экон. наук, проф. Т. А. Родкиной



ПРОСРЕКТ

К 100-ЛЕТИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА УПРАВЛЕНИЯ  
ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



100 ЛЕТ

# ОСНОВЫ ЛОГИСТИКИ

**УЧЕБНИК**

Под редакцией  
д-ра экон. наук, проф. Б. А. Аникина,  
д-ра экон. наук, проф. Т. А. Родкиной



Электронные версии книг на сайте  
[www.prospekt.org](http://www.prospekt.org)



• ПРОСПЕКТ •

Москва  
2020

УДК 65.011.2(075.8)  
ББК 65.40я73  
Л69

Электронные версии книг  
на сайте [www.prospekt.org](http://www.prospekt.org)

*Авторский коллектив:*

**Б. А. Аникин**, д-р экон. наук, проф.; **Т. А. Родкина**, д-р экон. наук, проф.;  
**В. А. Волочиенко**, д-р экон. наук, проф.; **Н. И. Заичкин**, д-р экон. наук, проф.;  
**А. Д. Межевов**, д-р экон. наук, проф.; **Л. С. Федоров**, д-р экон. наук, проф.;  
**В. М. Вайн**, канд. техн. наук, проф.; **В. И. Воронов**, канд. техн. наук, проф.;  
**В. В. Водянова**, канд. экон. наук, доц.; **М. А. Гапонова**, канд. экон. наук, доц.;  
**И. А. Ермаков**, канд. экон. наук, доц.; **В. В. Ефимова**, канд. экон. наук, доц.;  
**М. В. Кравченко**, канд. экон. наук, доц.; **Серышев**, канд. экон. наук, доц.; **Е. Е. Филиппов**, канд.  
экон. наук, доц.; **И. А. Пузанова**, канд. экон. наук, доц.; **М. Ю. Учирова**,  
канд. экон. наук, доц.; **И. Л. Рудая**, канд. экон. наук, доц.

*Под редакцией* доктора экономических наук, профессора **Б. А. Аникина** и доктора экономических наук, профессора **Т. А. Родкиной**.

*Рецензенты:*

Кафедра промышленной логистики МГТУ им. Н. Э. Баумана (зав. каф. д-р техн. наук, проф. **А. А. Колобов**);

**Д. Т. Новиков**, д-р экон. наук, проф. РЭА им. Г. В. Плеханова.

Л69 Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики: учебник / под ред. **Б. А. Аникина** и **Т. А. Родкиной**. — Москва : Проспект, 2020. — 344 с.

ISBN 978-5-392-31580-2

Уникальность и оригинальность данного издания состоят в детальном рассмотрении и изложении полного комплекса проблем координированного и интегрированного управления цепями поставок в системной взаимосвязи со специфической деятельностью отдельных функциональных областей логистики. В книге отражены концептуально-методологические и организационно-экономические основы логистики и управления цепями поставок (УЦП), управление основными и функциональными подсистемами логистики и УЦП, управление интеграционными процессами в логистических цепях поставок. Содержится масса практических примеров и хозяйственных ситуаций.

Книга содержит теоретико-методические и практические материалы, в полном объеме обеспечивающие комплекс дидактических единиц по специальности 080506 «Логистика и управление цепями поставок» в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО). Содержание отдельных разделов книги одновременно ориентировано на изучение дисциплины «Логистика» в соответствии с требованиями ГОС ВПО для всех специальностей и специализаций «Менеджмент организации», «Маркетинг», «Управление инновациями».

Рекомендуется студентам, аспирантам, слушателям программы MBA, преподавателям и специалистам в профессиональной квалификации «Логистика и управление цепями поставок».

УДК 65.011.2(075.8)  
ББК 65.40я73

ISBN 978-5-392-31580-2

© Коллектив авторов, 2011  
© ООО «Проспект», 2011

## Предисловие

В настоящее время логистика как наука об управлении и оптимизации материальных и сопутствующих (финансовых, информационных и других) потоков приобретает новую окраску, новые черты, свойственные развитию постиндустриального общества. Речь идет о новых парадигмах, связанных с идеологией интегрированного управления логистическими цепями поставок и проблематикой формирования основных приоритетов взаимоотношений и взаимодействия партнеров, обслуживающих материальные и сопутствующие потоки и способствующих их ускоренному продвижению по всей цепи материального производства и реализации готовой продукции. В этих условиях на первое место выдвигаются проблемы системного управления цепями поставок. При этом особенности управления в отдельных звеньях цепи поставок или в обособленных функциональных областях логистики также претерпевают существенные изменения, меняют целевые ориентиры, требуют настройки на достижение глобальных целей интегрированной цепи поставок с учетом субоптимизации управления ее составными частями.

Попытка рассмотрения комплекса многообразных проблем интегрированного управления цепями поставок в системной взаимосвязке со спецификой функционирования отдельных ключевых компетенций логистики (как основных, так и обеспечивающих) предпринята в данной книге.

Издание подготовлено авторским коллективом кафедры логистики Государственного университета управления (ГУУ) с привлечением профессорско-преподавательского состава профилирующих кафедр институтов Управления на транспорте и логистики, Управления в промышленности и энергетике, Информационных систем управления под общей редакцией заведующего кафедрой логистики ГУУ д-ра экон. наук, профессора Б. А. Аникина и д-ра экон. наук, профессора Т. А. Родкиной.

При написании отдельных разделов и глав книги широко использованы практические материалы, полученные в результате научно-исследовательской и консультационной деятельности кафедры логистики в крупных отечественных и международных организациях, таких как: ООО «Национальная логистическая компания», ООО «FM Logistik», ЗАО ТЛК «Томилино», ЗАО «Ньюпорт Трейдинг» (Таблоджикс), ОАО «Ижевский автомобильный завод», ЗАО «Коми ТЭК», ОАО «Подольский машиностроительный завод им. С. Орджоникидзе» и др.

Нельзя не отметить, что данное издание является логическим продолжением научно-исследовательской и преподавательской деятельности кафедры логистики начиная с момента образования кафедры в соответствии с решением руководства ГУУ (сентябрь 1999 г.) и имеет научно-методическую преемственность с ранее вышедшими методическими и учебными пособиями, выполненными под руководством или при участии профессорско-преподавательского коллектива кафедры логистики. В первую очередь стоит назвать один из первых учебников

в области логистики с одноименным названием, вышедший в 1997 г. под общей редакцией заведующего кафедрой логистики ГУУ д-ра экон. наук, профессора Б. А. Аникина. Данная книга претерпела два переиздания и, согласно интернет-опросам, остается популярнейшим учебным пособием в области логистики и в настоящее время. Но новые реалии требуют новых подходов к проблемам логистики и соответственно новых книг.

Известными и популярными среди читателей разного ранга являются следующие публикации кафедры логистики ГУУ:

- Практикум по логистике (под редакцией Б. А. Аникина, издаваемый с 1999 года по настоящее время);
- Информационная логистика (автор Т. А. Родкина, 2001 г.);
- Логистика. Серия: Вопрос — Ответ (авторский коллектив кафедры логистики, 2002 г.);
- Аутсорсинг: создание высокоэффективных и конкурентоспособных организаций (авторы Б. А. Аникин, Т. А. Родкина, И. Л. Рудая, 2003 г.);
- Логистика. Рабочая тетрадь (в семи частях) (авторский коллектив кафедры логистики, 2004 г.);
- Логистика производства интеллектуальной продукции (автор И. А. Ермаков, 2004 г.);
- Логистика (автор Ю. М. Неруш, 2005 г.);
- учебник «Логистика» (под редакцией Б. А. Аникина и Т. А. Родкиной, занявший 1 место в конкурсе на лучший учебник для высших образовательных учреждений, 2005 г.);
- Коммерческая логистика (авторы Б. А. Аникин, А. П. Тяпухин, 2005 г.);
- Аутсорсинг и аутстаффинг: высокие технологии менеджмента (Б. А. Аникин, И. Л. Рудая, 2006 г.);
- Логистика: тренинг и практикум (под редакцией Б. А. Аникина, Т. А. Родкиной, 2007 г.);
- Методические указания к дипломному проектированию для студентов специальности «Логистика и управление цепями поставок» (2007) и многие другие.

Научно-концептуальные подходы и основные методические решения, изложенные в данных книгах, не претерпели существенных изменений, обобщены и нашли отражение в представленном издании, но, как отмечалось выше, именно в данной книге систематизирован и всесторонне обоснован подход к интегрированному управлению цепями поставок с учетом специфики функционирования в них ключевых бизнес-процессов.

Не умаляя полезности данной книги в профессиональной деятельности менеджеров-логистов организаций разной специализации, следует отметить ее приоритетное назначение — это научно-методическое и практическое обеспечение образовательного процесса по специальности 080506 «Логистика и управление цепями поставок».

ГУУ является одним из пяти ведущих учебных заведений, впервые в Российской Федерации организовавших и успешно осуществивших выпуск специалис-

тов-логистов. Начиная с 2001 г. кафедра логистики ГУУ выпускает специалистов квалификации «менеджер» по специальности «менеджмент» со специализацией «Логистика», с 2005 г. — специалистов по специальности «Логистика» с квалификацией «логист». Выпускники-логисты ГУУ являются общепризнанными, высококвалифицированными специалистами в области логистики и востребованы ведущими логистическими организациями Российской Федерации. В настоящее время кафедра логистики ГУУ осуществляет подготовку специалистов-логистов по программам MBA (Master of Business Administration) — логистика и управление цепями поставок, второго высшего образования, магистратуры, аспирантуры, докторантуры.

Данная книга послужит хорошим инструментом и руководством к действию при приобретении навыков профессиональной компетентности как для студентов, так и для магистрантов, аспирантов и слушателей программы MBA и второго высшего образования в профессиональной квалификации «Логистика и управление цепями поставок».

Неоспоримым преимуществом данной книги является отражение всех специальных дисциплин специальности «Логистика и управление цепями поставок» в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ГОС ВПО) 2006 года.

Структура книги включает три раздела, состоящие из глав, наименования которых, как правило, соответствуют названиям дисциплин обозначенного выше стандарта, а содержание глав строится в соответствии с требованиями дидактических единиц ГОС ВПО. В состав книги вошли следующие главы, соответствующие дисциплинам ГОС ВПО.

- Экономические основы логистики и управления цепями поставок.
- Экономико-математические методы и модели в логистике.
- Логистика снабжения.
- Логистика производства.
- Логистика распределения.
- Логистика складирования.
- Управление запасами в цепях поставок.
- Транспортировка в цепях поставок.
- Информационные системы и технологии в логистике и управлении цепями поставок.
- Управление цепями поставок.
- Управление проектами в логистике.
- Интегрированное планирование цепей поставок.
- Управление логистическими рисками в цепях поставок.
- Контроллинг логистических систем.

Разделы, главы и параграфы книги содержат теоретический материал, обобщающий подходы как отечественных, так и зарубежных авторов, известных в области логистики и управления цепями поставок. Наиболее ценным, на наш взгляд, является многообразие практических иллюстраций, сопровождающих теоретико-методический материал. Как известно, даже маленькая практика

стоит большой теории. В практических примерах использован опыт профессорско-преподавательского коллектива кафедры логистики ГУУ, почерпнутый из его консультационной деятельности в известных логистических организациях (российско-финская логистическая компания «Ителла-НЛК», ЗАО ТЛК «Томилино» и др.), долголетнего сотрудничества с итальянской логистической ассоциацией (АИЛОГ) и логистической ассоциацией Германии, а также организации обучающих программ профессиональной переподготовки совместно с ведущими отечественными логистическими провайдерами.

Авторский коллектив желает творческих успехов читателям данной книги в освоении столь интересной как с научной, так и с практической точек зрения сферы логистики и управления цепями поставок и будет признателен за замечания и дополнения, которые будут учтены в последующих изданиях.

# Часть 1

## **Концептуально-методологические и организационно-экономические основы логистики и управления цепями поставок (УЦП)**

### ГЛАВА 1

#### **Истоки и эволюция логистики**

##### **1.1. Истоки, историческое возникновение логистики**

Эволюционное начало логистика берет в древние времена: Древняя Греция, Римская империя (рис. 1.1). Однако еще более ранним истоком можно считать возникновение и развитие **Великого шелкового пути**. Конечно, в III–II вв. до н. э. сам термин «логистика» пока не использовался, но управление процессами движения материальных потоков во времени и пространстве (то, что сегодня понимается под логистикой) уже вполне существовало. К тому же развитие торговой деятельности, в том числе международной, во все времена способствовало созданию оптимальных путей доведения товаров до конечного потребителя. Таким образом, помимо наиболее известного Шелкового пути, вполне успешно функционировал **Великий чайный путь**, **Ганзейские торговые пути**, **Дорога специй**, **Ладанный путь**, **Путь из варяг в греки**, **Янтарный путь**, множество **соляных путей** и другие, которые являются полноправными примерами формирования логистических цепей в разные исторические периоды.

***Великий шелковый путь (Via Maris)** — это система караванных торговых путей, соединявших со II в. до н. э. до XV в. страны Евразии — от Западной Европы до Китая.*

*Хотя единая трансевразийская система караванных коммуникаций сложилась только в конце II в. до н. э., отдельные ее сегменты возникли гораздо раньше (согласно данным современной археологии, с III тыс. до н. э. функционировал **Лазуритовый путь**, по которому полудрагоценный камень лазурит перевозился из предгорий Памира (из района Бадахшан на территории современного Таджикистана) на очень дальние расстояния на запад и на юг, до стран Ближнего Междуречья (Ур, Лагаш) и Индии (Харалла, Мохенджо-Даро). С конца II тыс. до н. э. начал работать **Нефритовый путь** — торговля самоцветами из Центральной Азии (из района Куньлунь на*

территории современного китайского Синьцзян-Уйгурского района) по восточному пути, в обмен на шелк из Китая.

В середине I тыс. до н. э. эти две караванные трассы начали сливаться: бадахшанский лазурит попадает в Китай, а в Персии и в долине Инда получают распространение одежды из китайского шелка. Однако торговля шла через длинную цепочку посредников, так что китайцы и народы Средиземноморья не имели представления о существовании друг друга.

В формировании Великого шелкового пути как сквозной трансевразийской магистральной решающую роль сыграл древнекитайский чиновник Чжан Цянь. В 138 г. до н. э. он отправился с опасной дипломатической миссией к кочевникам из племени юэчжей, чтобы убедить их стать союзниками китайской империи Хань в борьбе с кочевниками сюнну, нападавшими на империю с севера. Чжан Цянь стал первым китайцем, который побывал в Средней Азии — в Согдиане и Бактрии (на территориях современного Узбекистана, Таджикистана и Афганистана). Там он узнал, каким огромным спросом пользуются китайские товары, и увидел множество вещей, о которых китайцы не имели представления. Вернувшись в Китай в 126 г. до н. э., он представил императору доклад о выгодах прямой торговли между Китаем и государствами Средней Азии.

Хотя Чжан Цянь не смог добиться от контролировавших Бактрию юэчжей военной помощи в борьбе с сюнну, собранные им сведения были признаны исключительно важными. В 123–119 гг. до н. э. китайские войска самостоятельно нанесли поражение сюнну, обезопасив путь из Китая на запад.

**Именно с этого времени можно говорить о функционировании Великого шелкового пути как сквозного маршрута, соединившего все великие цивилизации Старого Света — Китай, Индию, Ближний Восток и Европу.** Эта огромная система караванных путей просуществовала более полутора тысяч лет — много дольше, чем другие дальние сухопутные торговые пути.

Хотя маршруты Шелкового пути менялись, можно выделить две основные трассы, соединявшие Восток и Запад:

- Южная дорога — от Севера Китая через Среднюю Азию на Ближний Восток и Северную Индию;
- Северная дорога — от Севера Китая через Памир и Приаралье к Нижней Волге и к бассейну Черного моря.

Между Южной и Северной дорогой было несколько соединяющих и промежуточных маршрутов. С течением времени сеть коммуникаций становилась все более густой, включала все больше ответвлений. Основные маршруты сдвигались то на Северную, то на Южную дорогу.

Главными товарами на Великом шелковом пути были шелковые ткани и шелк-сырец. Они были наиболее удобны для транспортировки на дальние расстояния, поскольку шелк легок и очень ценен — в Европе его продавали дороже золота. Китай, родина шелководства, сохранял монополию на изделия из шелка примерно до V–VI вв. н. э., но и после этого оставался одним из центров производства и экспорта шелка наряду со Средней Азией. В Средние века Китай экспортировал также фарфор и чай. Страны Ближнего Востока и Центральной Азии специализировались



Рис. 1.1. Исторические предпосылки возникновения логистики как научного направления

на изготовлении шерстяных и хлопчатобумажных тканей, которые шли по Шелковому пути на восток, в Китай. Из стран Южной и Юго-Восточной Азии купцы везли в Европу специи (перец, мускатный орех, корицу, гвоздику и т. д.), которые использовались европейцами для консервации продуктов и изготовления лекарств.

Западная Европа в торговле с Востоком всегда имела пассивный торговый баланс: покупая дорогие восточные товары, европейцы не могли предложить в обмен равно по качеству товара и были вынуждены платить золотом и серебром. С античных времен до конца своего функционирования Великий шелковый путь действовал как канал «перекачивания» драгоценных металлов из Европы на Восток.

По Шелковому пути распространялись не только сами товары, но и информация об их производстве и, собственно, существовании. Первоначально шелк производили только в Китае, но уже в I—II вв. н. э. шелководство проникло в Восточный Туркестан, в V в. — в Иран. В VI в. император Византии смог организовать шелководство в Греции, уговорив, согласно легенде, монахов-путешественников тайно привезти ему в полых посохе яйца тутового шелкопряда. Покупая сначала бумагу у купцов с Востока, европейцы также стали с XIII в. изготавливать ее самостоятельно.

Некоторые новые товары возникли в результате своего рода «коллективного творчества» разных народов Шелкового пути. Так, порох открыли в Китае в IX в. В XIV в. было изобретено оружие, стреляющее при помощи пороха, — пушки. Место и время их изобретения точно неизвестны — специалисты называют и Китай, и арабские страны, и Западную Европу. Информация о новом виде оружия быстро прошла по Шелковому пути, и уже в XV в., до эпохи Великих географических открытий, артиллерию применяли во всех странах Евразии: от Европы до Китая.

Со многими новыми товарами познакомились в процессе функционирования Великого шелкового пути и страны Востока. Когда китайский путешественник Чжан Цянь вернулся из Средней Азии, он привез информацию о ферганских аргамаках — невиданных в Китае высоких лошадях. На начальном этапе развития Шелкового пути китайцы получили из Средней Азии, помимо коней, также семена люцерны (кормовой травы для лошадей) и культуру винограда (ранее в Китае не знали ни винограда, ни виноградного вина). Позже китайцы освоили за счет караванной торговли еще несколько сельскохозяйственных культур — фасоль, лук, огурцы, морковь и др.

Таким образом, если Запад в ходе культурных контактов по Шелковому пути заимствовал в основном промышленные «новинки», то Восток — сельскохозяйственные. Это демонстрирует существовавшее ранее технологическое превосходство Востока над Западом, которое сохранялось до XVIII—XIX вв. Некоторые технические секреты восточных ремесленников (булатное оружие, фарфоровая посуда) европейцам в эпоху функционирования Шелкового пути перенять так и не удалось.

Одним из крупнейших торговых партнеров (особенно в домонгольский период существования Шелкового пути) была Русь. На внешний рынок она предлагала меха соболя, песца, лисицы, шкурки бобра, выхухоли, гривны белок, куниц, горностая. Помимо мехов Русь слава на караванные торжища тонкие льняные батисты, полотняные холсты, золотистый янтарь, мамонтовые бивни, рожь, ячмень, мед, щепковые товары (разрисованную деревянную посуду и игрушки), черненное серебро, драгоценные самоцветы, кольчужную броню, кованые мечи, щиты кузнечной работы

и др. В русском привозе также можно было встретить обученных для потешной охоты соколов и кречетов. В Россию купцы увозили тяжелую тафту, кашемиры, кисею, комакань и прочие индийские ткани, цветастые персидские ковры, китовый ус, лекарственные корни женьшеня, лакрицы, левантийское семя (цитварную полынь), рис, амбру, диковинные самоцветы.

**Великий шелковый путь стал каналом, по которому шел постоянный обмен культурными достижениями — новыми товарами, знаниями и идеями.**

Организация торговли на дальние расстояния требовала создания для караванной торговли особых условий — перевалочных пунктов, специализированных базаров, режима стабильных денежных расчетов и защиты прав собственности купцов-чужеземцев. Вся эта рыночная инфраструктура поддерживалась вдоль евразийских трасс более полутора тысяч лет.

Закат Великого шелкового пути связывают прежде всего с развитием торгового мореплавания вдоль побережий Ближнего Востока, Южной и Юго-Восточной Азии. В XIV–XV вв. морская торговля оказалась привлекательнее ставших опасными сухопутных караванных путей: морской путь из Персидского залива в Китай занимал примерно 150 дней, в то время как караванный путь из Таны (Азов) в Ханбалык (Пекин) — около 300; один корабль перевозил столько же грузов, сколько и очень большой караван в тысячу вьючных животных.

Возвращаясь к вопросу об истоках логистики, необходимо отметить, что большинство исследователей сходится на том, что происхождение самого слова «логистика» восходит к Древней Греции. Для древних греков логистика представляла собой «счетное искусство» или «искусство рассуждения, вычисления», а высших государственных чиновников, которые осуществляли контроль за хозяйственной, торговой и финансовой деятельностью, называли логистами. По свидетельству Архимеда (ок. 287–212 г. до н. э.), в Древней Греции было 10 логистов.

Имело место применение термина «логистика» и в Римской империи. Здесь он использовался в качестве обозначения правил распределения продовольствия, а служители, которые занимались распределением продуктов питания, носили титул «логисты» или «логистики».

Одним из важнейших элементов питания, распределением которого занимались логисты, была соль. Соль римляне добывали очень просто: собирали насыщенный соляной раствор из естественных источников и выпаривали его на огне. А для того, чтобы развить продукцию солеварен по всему полуострову, была построена первая из великих римских дорог — *Via Salaria* (Соляной путь). При этом в Риме соль продавалась дешево, а в других местах цена зависела от расстояния до солеварни. Римское правительство не обладало монополией на продажу, но в случае необходимости активно вмешивалось в регулирование цен.

То, что без соли, как без воздуха, никто обойтись не может, понимали многие, но первыми это осознали китайцы. Поэтому именно они впервые в мире ввели налог на соль. Позже их примеру последовали и другие государства (Франция, Германия — IX в.), открывая для себя неиссякаемый источник пополнения бюджета. Однако нуж-

но сказать, что такой способ управления солевыми ресурсами зачастую оказывался неэффективным, так как повышение налога на соль нередко сопровождалось бунтами и восстаниями. Поэтому наиболее перспективным в этом отношении считается развитие торговли солью, нахождение оптимальных путей движения этого товара от источника возникновения до источника потребления. Так, например, в XIII в. череда наводнений в Венеции уничтожила половину венецианских солеварен, поэтому пришлось добрую половину соли импортировать (до этого ввозилась только крупная соль, а мелкая добывалась на собственных солеварнях). Правительство поддержало своих купцов, тем самым последние смогли не только обеспечить всю потребность в соли в Венеции, но и прибрать к рукам все европейские рынки. Купцы продвигались все дальше и дальше по Средиземноморью, покупая соль, а если не получится, то и солеварни, в Египте, Алжире, Крыму. Создавая оптимальные цепи поставок соли в Европу, венецианцы смогли возвести роскошные общественные здания и построить сложную гидравлическую систему для защиты от затопления. Величественный и чарующий облик города, его статуи, соборы и росписи были профинансированы «соляными» деньгами. Ни одно государство не основывало своей экономики на соли до такой степени, как Венеция!

Ну а если посмотреть на карту России?

Одним из первых торговых путей, проходивших по территории России, является Путь из варяг в греки. Нужно сказать, что этот путь сыграл большую роль в становлении древнерусской государственности, а также в формировании раннегородских центров: по мере освоения этого пути (VIII—XII вв.) варяги-викинги колонизировали прилегающие к нему и заселенные славянскими племенами земли. Так возникли варяжско-славянские государства-княжества викингской династии Рюриковичей — сначала в Новгороде и Старой Ладоге, а затем в Смоленске и Киеве. Путь из варяг в греки уникален тем, что это водный торговый путь и проходил он из Балтийского моря по реке Неве, Ладожскому озеру, реке Волхов, затем волоком до реки Днепр и далее выходил в Черное море. По морю вдоль побережья Болгарии — до Константинополя. Из Византии по этому пути возили вино, пряности, ювелирные и стеклянные изделия, дорогие ткани, иконы, книги; из Киева — хлеб, различные ремесленные и художественные изделия, серебро в монетах и др.; из Скандинавии — некоторые виды оружия и изделия художественного ремесла; из Северной Руси — лес, мех, мед, воск; из Прибалтийских стран — янтарь. С начала периода феодальной раздробленности этот путь свое существование прекратил.

Что же касается соляных путей, то солонцов на Руси хватало. Тем не менее соль далеко не всегда была доступна простому люду. И народная примета «соль просыпать — к ссоре» возникла в стародавние времена недаром: человек, небрежно обращавшийся с такой ценностью, непременно должен был вызвать всеобщий гнев!

В России в далекие времена соль тоже облагалась налогом (Киевская Русь — XI в., Московская Русь — XVII в.). Однако такие меры не приводили ни к чему хорошему — восстания и в конечном итоге — смена власти. Поэтому в XVIII в. императрица Елизавета Петровна решила, что соли необходимо добывать не только больше, но необходимо и управлять движением этого товара, создавая «соляные пути». За счет этого императрица решила пополнить государственные запасы и казну.

*Итак, все изменилось в 1740-х гг., когда заработал Эльтонский соляной промысел (ранее соль из этого красивейшего озера добывали только кочевые калмыки, но после того, как они приняли христианство, русским было также позволено брать здесь соль). И запылили-заскрипели обозы с солью по Великому чумацкому шляху.*

*Необходимо отметить, что чумаченье как торговый промысел существовало еще с XV в. Однако к началу XVIII в. это явление стало управляемым и имело государственное значение. Таким образом, Чумацкий шлях — это торговый путь, по которому чумаки (украинские казаки) возили на волах соль с Черноморского побережья Крыма и обменивали ее на хлеб, табак, деготь, водку, шкуры, мед, воск, дерево, а также разные сельскохозяйственные продукты, значительная часть которых отправлялась из Крыма за границу.*

*Основной путь шел по левому берегу Днепра, через Запорожские степи к г. Перекон, а оттуда — в Крым, к соленым озерам. Также существовала дорога по правому берегу Днепра, которая брала свое начало на Волыни (Западная Украина) и в Молдавии. Обрато же соль чумаки развозили не только по территории Украины, а заходили далеко на запад (до Польши и Западной Пруссии), а также на восток — за Волгу и на Северный Кавказ.*

*На пути следования чумаков быстро развивалась соответствующая инфраструктура: харчевни, мастерские по ремонту телег, приюты, ну и конечно же ярмарки. Ярмарки имели очень большое значение в товародвижении. Это были торговые центры, временно организуемые в сезон работы чумаков, где они продавали не только соль, но и другие товары, купленные по пути их следования. Места дислокации ярмарок для чумаков были своего рода транзитными складами и распределительными центрами, что способствовало развитию торгового промысла не только в отдельно взятых краях, но и давало возможность развивать регионы в целом. Одной из наиболее известных ярмарок является Сорочинская (Полтавская область, территория современной Украины), прославленная Н. Гоголем в известном произведении «Вечера на хуторе близ Диканьки». К слову, эта ярмарка до сих пор существует и мало чем отличается от гоголевских времен, разве что подвозы осуществляются автотранспортом.*

*В 1870–1880 гг. Чумацкий шлях теряет свое значение и перестает существовать в связи с развитием речного и железнодорожного транспорта, а также с тем, что добыча баскунчакской соли стала дешевле.*

*Озеро Баскунчак — это уникальное творение природы, своеобразное углубление на вершине огромной соляной горы, уходящей основанием на тысячи метров в глубину земли. Выломка соли на нем производилась при помощи обыкновенных пешней, ломов и лопат рабочими-киргизами; на берег соль доставляли верблюды, запряженные в повозки. А далее на волах — во все концы Российской империи.*

*Несмотря на то что многие древние российские месторождения сегодня оказались за границей (например, в Украине: это цепь соленых озер — Репное, Вейсово и Слепное), в России до сих пор существуют десятки источников этого важнейшего для человека продукта: Аванское, Артемовское, Соль-Илецкое, Верхнекамское, Сереговское, Славянское (поставщик известной высококачественной соли «Экстра»), Тьретское, Усольское (комбинат «Сибсоль», обеспечивающий солью Сибирь,*

Дальний Восток и некоторые азиатские страны). К тому же запасы поваренной соли в России — одни из крупнейших на территории Европы и Азии. Поэтому для каждого места добычи создавались и создаются современные «соляные пути», способствующие эффективному распределению этого ресурса. Так, можно проследить историческое создание **Илецкой соляной дороги**.

Миллионы лет назад на территории Оренбуржья на месте Соль-Илецка было море, где и отлагалась соль, которая покрывалась слоем глины, песка и гипса. После исчезновения моря эта соль была засыпана толстым слоем песка и мергелей.

Первое официальное известие об илецкой соли относится к XVI в. До середины XVIII в. илецкой каменной солью свободно пользовалось все проживавшее в крае население. 7 мая 1753 г. организовали казенную продажу илецкой соли в Оренбурге, летом 1754 г. (после постройки на месторождении крепости Илецкая Защита) началась регулярная разработка соляных залежей, а Самара стала перевалочным пунктом между Илецкой Защитой и потребителями через волжские суда.

С 1766 г. соль вывозили на подводах в Башкирию, на реку Белую, в села Стерлитамак и Бугульчаны. Оттуда ее везли баржами на Каму и Волгу. Дорога была дальней и обходилась дорого.

Таким образом, в 1810–1811 гг. с целью оптимизации движения соли целенаправленно был организован солевозный путь в 360 верст (384 км) от Илецкой Защиты до Самары. По этой дороге намечалось вывозить как минимум 3 млн пудов (49 140 т) соли ежегодно: 2 млн (32 760 т) — до Самары и 1 млн (16 380 т) — до села Домашки, далее по Волге до Рыбинска. Организация солевозного пути потребовала:

- строительства мостов через Самарку и другие попутные реки;
- вырывания прудов и установки колодцев каждые 25 верст (26,7 км);
- обеспечения придорожной полосы в 220 м;
- обеспечения охраны солевозов, что вызвало появление Новоилецкой укрепленной линии с форпостами на ней;
- учреждения сословия до 10 000 крестьян-солевозов.

Нужно еще отметить, что в первой трети XIX в. был организован соляной магазин, который являлся конечным пунктом соляного пути в Самаре. Он был оптовым складом для продажи крупных партий илецкой соли. В Самаре предполагалось хранить постоянный запас в 2,5 млн пудов (40 950 т) соли.

Доставку соли обеспечивали с помощью лошадей, быков и верблюдов.

Просуществовал Илецкий солевозный путь недолго, около 70 лет. Основная причина прекращения существования — это подвоз более дешевой чипчанской и баскунчакской соли по Волге и железной дорогой, в то время как илецкая соль в 1860-х гг. все еще возилась с помощью гужевого транспорта. К тому же вовремя не ремонтировались дороги, возникали трудности с солевозами, так как при очень тяжелой работе оплата труда солевозов за лето, например, составляла всего 120 рублей при большом количестве постоянных податей и штрафов.

Однако сама дорога не умерла, став скотопрогонной. Из оренбургских степей в Самару и Сызрань ежегодно прогоняли до 30 000 голов крупного и 100 000 мелкого рогатого скота. Большая придорожная полоса полностью обеспечивала скот подножным кормом.

*Соляная дорога сыграла важную роль в освоении Заволжья: старые села (Домашки, Утевка и др.) пополнились жителями, некоторые новые были основаны солевозами. Илецкая соль стала достоянием Самары, первым ее брендом, первым кластером, как сейчас любят говорить, началом ее экономического возрождения и превращения в крупный торговый город, залогом становления Самары в XIX в. Таким образом, соляная дорога заложила фундамент для превращения уездной Самары в губернскую.*

*Кстати, до сих пор можно на рынке купить пачку «Илецкой соли». Правда, доставляется она в Самару уже совсем по-другому.*

Таким образом, возникновение и существование торговых путей, о которых было упомянуто выше, как нельзя лучше раскрывает нам истоки возникновения современной логистики, ее идеи, демонстрируя желание и возможности оптимизации движения материального потока (в любой его субстанции) в исторически неоднозначных экономических условиях. Однако, наблюдая за эволюционными процессами, необходимо отметить, что очень часто преобладающим в мире становится использование логистики в военной области (**военная логистика**).

Во времена византийского императора **Льва VI** (865–912 гг.), названного Мудрым, считалось, что задачами логистики являются вооружение армии, снабжение ее военным имуществом, своевременная и в полной мере забота о ее продовольственных потребностях и соответственно подготовка каждого акта военного похода. В армии Византийской империи существовала специальная должность — **логистас**.

Первым автором предметных трудов по логистике принято считать французского военного теоретика **Антуана Анри Жомини** (Antoine Henri Jomini, 1779–1869 гг.). Некоторое время он работал в России под именем Генриха Вениаминовича Жомини. В царской России был издан его капитальный 15-томный труд, куда вошли отдельные работы по истории революционных войн. В своих работах он утверждал, что логистика охватывает широкий круг вопросов, включающих планирование, управление, материальное, техническое, продовольственное обеспечение войск, а также определение места их дислокации, строительство дорог, укреплений и др. Считается, что некоторые принципы логистики, разработанные Жомини, применялись и в армии Наполеона (1812 г.), однако как военная наука логистика сформировалась лишь к середине XIX в.

В наиболее широких масштабах принципы и подходы логистики в военном деле получили свое развитие во времена Второй мировой войны. Особенно умело это продемонстрировала американская армия. Благодаря согласованным взаимодействиям военно-промышленного комплекса, транспортной системы и баз снабжения США удалось организовать устойчивое обеспечение дислоцированных в Европе союзных войск продовольствием, оружием, боеприпасами, снаряжением и военной техникой.

Большое значение в решении этой сложной задачи имело массовое применение прогрессивных методов и способов транспортировки, в частности использование контейнерных перевозок — новшество для того времени.

**Военная логистика — это совокупность средств и способов, необходимых для доставки людей, техники, боеприпасов к месту боевых действий, а также планирование и организация мероприятий по подготовке и осуществлению связанных с этим процессов.**

Параллельно с использованием логистики в военной области в XIX в. термин «логистика» стал применяться и в невоенной области. В значении **математической логики**, логистика использовалась в работах знаменитого немецкого математика Г. Лейбница (1646–1716 гг.). Новый смысл за термином был закреплен позже на философском конгрессе в Женеве в 1904 г.

**Математическая логика (в качестве логистики) широко используется при изучении математических закономерностей, при конструировании технических, экономических и других систем.**

Военная логистика и математическая логика явились основой для развития экономического направления логистики (**бизнес-логистики**). Уже в начале 50-х гг. XX в. термин «логистика» стал применяться в бизнесе, а к 70-м гг. крепко укоренился в этой среде.

**В 50-е гг. XX в. логистика становится невоенной, стремительно развивающейся наукой с практической базой применения в бизнес-среде.**

## **1.2. Эволюционные этапы развития и парадигмы современной логистики**

Логистика — это уникальная область деятельности, поскольку логистикой занимаются повсюду в мире 24 часа в сутки, 7 дней в неделю на протяжении 52 недель в году. Лишь немногие сферы деловых операций могут похвастаться той же сложностью внутренних взаимосвязей и такой же широтой географического охвата, какие характерны для логистики.

Современная логистика — это явление парадоксальное. То, что мы сегодня называем логистикой, возникло с зарождением цивилизации. Однако самых совершенных достижений логистика достигла, как мы уже отмечали ранее, в военной среде и несколько позже — в экономической среде, т. е. в среде современного бизнеса. Таким образом, логистика в аспектах развития теории и практики управления материальными и сопутствующими потоками — относительно молодая наука. Однако за 60 лет своего существования, она прошла не одну ступень в отношении развития и создания системной базы интегрированного управления потоковыми процессами.

На рис. 1.2 представлено поэтапное формирование интегрированной логистики, а в табл. 1.1 дано функциональное наполнение и характерные черты каждого из этапов.

**Эволюция современной логистики и ее этапы характеризуются (отличаются) степенью интеграции всех составляющих логистической цепи (определяемыми соответственно функциями, реализуемыми на том или ином этапе), а также видами управляемых потоков.**

Таблица 1.1

Этапы эволюции логистики и их характерные черты

Временная характеристика этапа и его наименование	Функции логистики, реализуемые на этапе	Виды потоков	Концепция управления
1	2	3	4
1920–1950-е гг. (фрагментация)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Материально-техническое снабжение</li> <li>— Организация упаковочных работ, грузоперевозки и складирование на стадии закупки материалов</li> <li>— Транспортировка</li> </ul>	Материальный	Управление МТС Материальный менеджмент
1950–1970-е гг. (становление)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Материально-техническое снабжение</li> <li>— Организация упаковочных работ, грузоперевозки и складирование на стадии закупки материалов</li> <li>— Управление распределением (планирование сбыта, управление сбытовыми запасами, обработка заказов)</li> <li>— Транспортировка</li> <li>— Маркетинг</li> </ul>	Материальный	Материальный менеджмент Физическое распределение
1970–1990-е гг. (развитие)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Материально-техническое снабжение</li> <li>— Управление распределением</li> <li>— Транспортировка</li> <li>— Управление производственными процессами</li> <li>— Организация упаковочных работ, грузоперевозки и складирования</li> <li>— Маркетинг</li> <li>— Управление качеством</li> </ul>	Материальный Информационный	Логистика
1990-е гг. — н.вр. (интеграция)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Сквозное управление материальным потоком</li> <li>— Управление информационными потоками</li> <li>— Управление финансовыми потоками</li> <li>— Комплексный логистический сервис</li> </ul>	Материальный Информационный Финансовый Сервисный	Логистика: управление цепями поставок

Период 20–50-х гг. XX в. условно называется периодом **фрагментации**, когда идея логистики как интегрального инструмента снижения общих затрат и управления материальными потоками в бизнесе не была востребована. Отдельные логистические активности были важны с точки зрения снижения составляющих затрат, например в материально-техническом снабжении.

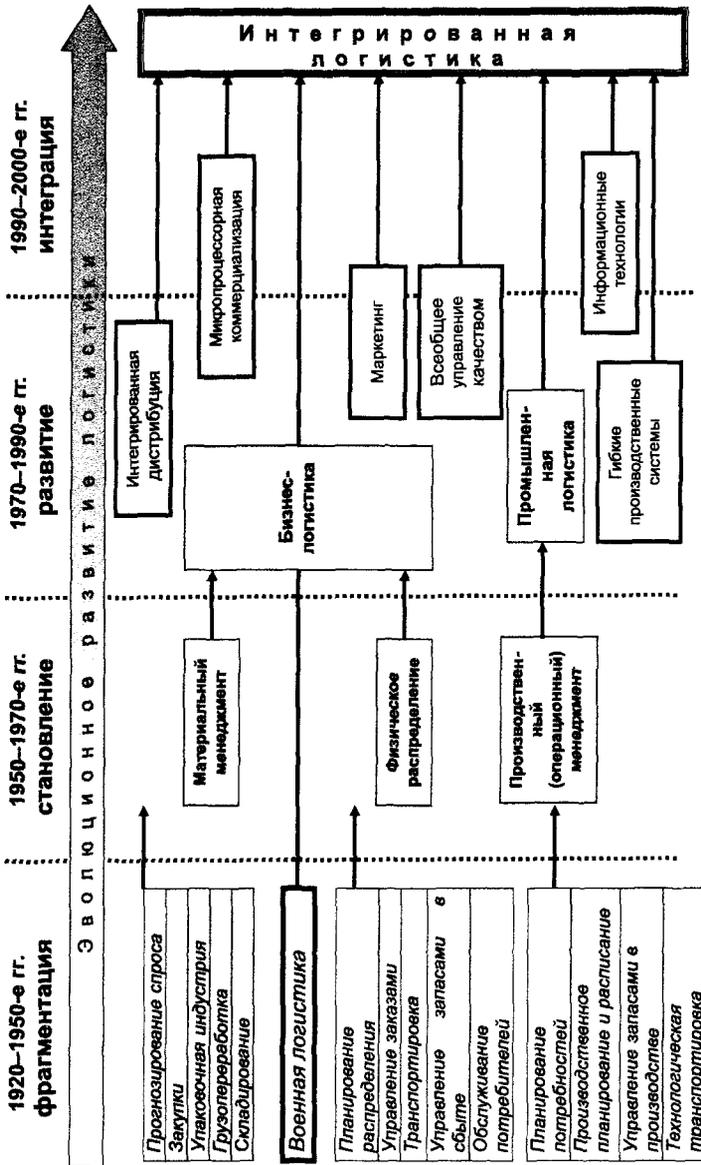


Рис. 1.2. Эволюция логистики

В период фрагментации были сформулированы отдельные предпосылки будущего внедрения логистической концепции. К этим предпосылкам можно отнести следующие:

- возрастание запасов и транспортных издержек в системах дистрибуции товаров;
- рост транспортных тарифов;
- появление концепции маркетинга.

*Показательна в отношении фрагментарного развития экономика США. В рассматриваемый период США имели быстро растущий рынок, характеризующийся внедрением новых производственных технологий (например, в автомобилестроении), высоким уровнем специализации, изобилием природных ресурсов, хорошим инвестиционным климатом, минимальным государственным регулированием экономики. Производители товаров и услуг едва справлялись с потребностями расширяющегося рынка. Естественно, что в этих условиях основное внимание менеджмента было направлено на то, как насытить рынок, т. е. на поиск технических и технологических резервов в производстве продукции, пренебрегая при этом другими логистическими активностями (развитием дистрибуции, управлением закупками, запасами и т. п., т. е. тем, что существенно влияет на общие затраты организации и удовлетворенность потребителя).*

Необходимо отметить появление в этот период первых логистических организаций и сообществ. Старейшей организацией в США и в мире является **Национальная ассоциация проблем управления закупками (основана в 1915 г.)**, преобразованная в 1967 г. в **Национальную ассоциацию агентов снабжения**.

Период с середины 1950-х по 1970-е гг. западные специалисты называют периодом **становления** логистики. Этот период характеризовался интенсивным развитием теории и практики логистики. В это время пришло понимание того факта, что нельзя больше пренебрегать возможностями улучшения физического распределения, прежде всего с позиции снижения затрат.

*Известный американский писатель и консультант по менеджменту Питер Друкер называл активности в дистрибуции «наиболее печально пренебрегаемой и наиболее подающей надежды сферой американского бизнеса».*

К этому времени стало ясно, что издержки отдельных логистических операций тесно связаны между собой: экономия на транспортных расходах может привести к значительному росту затрат, вызванных ростом складских запасов, экономия на упаковке — к дополнительным издержкам, вызванным повреждением грузов при доставке, и т. д. Поэтому возникла необходимость интегрировать в потоке различные функции товародвижения, устанавливая при этом оптимальное соотношение затрат отдельных звеньев логистической цепи.

**Философия принципа общих (тотальных) затрат сводится к возможности так перегруппировать затраты, что их общий уровень в процессе продвижения товаров от производителя к конечному потребителю уменьшится.**

Вместе с тем возникли следующие предпосылки дальнейшего развития логистики. К ним относятся:

- изменения в моделях и отношениях потребительского спроса (развитие олигополистических рынков);
- давление затрат на производство;
- прогресс в компьютерных технологиях;
- изменения в стратегиях формирования запасов;
- возникновение и развитие логистических организаций и научных школ.

В период становления логистики одной из отличительных черт этапа становится изменение отношения к покупателю. Быстрое развитие олигополистических рыночных структур заставило производителей искать новые пути координации спроса и предложения, повышать уровень обслуживания своих потребителей. К тому же некоторый спад производства, наметившийся в эти годы, привел к повышению затрат в производстве и распределении готовой продукции. Все это, несомненно, повлияло на то, что менеджерам предприятий необходимо было преодолевать возникшие сложности при помощи поиска новых возможностей и технологий.

Одним из важнейших факторов развития логистики в этот временной период стало применение в бизнесе вычислительной техники и информационных технологий. Научно-технический прогресс в экономике промышленно развитых стран привел к необходимости решения многоальтернативных и оптимизационных задач, таких, например, как выбор вида транспорта, оптимизация размещения производства и складов, оптимальная маршрутизация, управление многоассортиментными запасами продукции, прогнозирование спроса потребителей и другое. Это не могло остаться незамеченным: производители и поставщики информационных систем стали активно внедряться в бизнес.

В этот период в мире продолжали создаваться различные логистические организации, которые определяли логистическую концепцию и научно обосновывали сам термин. Одной из наиболее авторитетных в мире организаций являлся **Национальный совет по управлению физическим распределением (США)**, преобразованный позднее в **Совет логистического менеджмента**. Эта организация определяла логистику следующим образом.

*Логистика* — это широкий диапазон деятельности, связанный с эффективным движением конечных продуктов от конца производственной линии к покупателю, в некоторых случаях включающий движение сырья от источника снабжения до начала производственной линии. Эта деятельность включает в себя транспортировку, складирование, обработку материалов, защитную упаковку, контроль запасов, выбор места нахождения производства и складов, заказы на

производство продукции, прогнозирование спроса, маркетинг и обслуживание потребителей.

В Европе, как и в Америке, также формировались концептуальные знания в этом направлении. Так, в 1974 г. на I Европейском конгрессе впервые логистике было дано определение, хотя и несколько отличное от сегодняшнего восприятия. Звучало оно следующим образом.

*Логистика* — это научное учение о системном планировании, управлении и контроле материальных потоков, потоков энергетических, информационных, а также потоков пассажирских.

К 70-м годам (период **развития**) были сформулированы фундаментальные принципы промышленной логистики. Некоторые западные фирмы стали их успешно применять на практике. Однако для многих фирм логистический подход к контролю и уменьшению затрат еще не стал очевидным. Кроме того, попытки внедрения логистической координации во многих фирмах не удавались вследствие встречного сопротивления. Менеджеры, которые в течение длительного времени привыкли выполнять традиционные функции, например закупок, транспортировки, грузопереработки, часто препятствовали внедрению организационных изменений, необходимых для реализации сквозного управления материальным потоком на основе концепции снижения общих затрат. Дополнительные трудности создавали существующие в то время системы бухгалтерского учета, не приспособленные для выделения и контроля составляющих логистических издержек и оценки финансовых результатов логистических активностей фирмы.

Важным фактором данного этапа, положительно повлиявшего на развитие логистики, стало появление компьютерных систем контроля и управления производством, автоматизированных систем управления технологическими процессами и производственными подразделениями, а также коренные изменения в складских процессах и технологиях, которые идентифицировались в появлении разнообразного транспортно-складского оборудования, новых видов тары и упаковки, а также в целом в появлении современных автоматизированных складских комплексов.

В этот период теория и практика логистики шагнули далеко вперед, но самое важное то, что к середине 90-х годов логистика приобрела статус «образа мышления», или, другими словами, *концептуальной стратегии*, основанной на глубокой интеграции всех областей хозяйственной деятельности в единую ресурсопроводящую систему (период **интеграции**).

Необходимо подчеркнуть, что в бизнес-среде, логистика выступает как аппарат оптимизации **материальных потоков и сопутствующих потоков (информационный, финансовый и сервисный)**, и именно эти потоки сегодня являются объектом изучения в данном научном направлении.

**Логистикой сегодня во главу угла ставится не продукт, а процесс в форме потока. В этом заключается принципиальная новизна логистического подхода, а логистическая концепция позволила перейти от дискретного к сквозному управлению по всей логистической цепи. Таким образом, появилась новая идеология управления логистическими процессами и бизнеса в целом — управление цепями поставок — УЦП (Supply Chain Management — SCM).**

Термин «управление цепями поставок» впервые был употреблен еще в 80-е годы, однако до сих пор нет единого понимания его содержания. Одни идентифицируют его с интегральной логистикой, другие ставят выше, считая логистику частью процесса управления цепями поставок. Однако сегодня важнее осознание и использование преимуществ, заложенных в УЦП-идеологию.

Можно выделить основные тенденции в экономике, влияющие на современную логистическую концепцию. Это:

- углубление специализации в промышленности;
- новые отношения с торговыми партнерами, требующие новых подходов в организации сотрудничества и новых форм менеджмента;
- развитие мировых интеграционных процессов;
- усилившаяся конкуренция во всех областях бизнеса;
- переход от внедрения новых информационно-компьютерных технологий к их более эффективному использованию;
- внедрение гибкого технологического оборудования, систем автоматизации проектирования, гибких автоматизированных и роботизированных производств;
- повсеместное распространение философии TQM — всеобщего (тотального) управления качеством;
- усиленное внедрение принципов логистики в индустрию сервиса.

Все это способствует пониманию того, что сегодня недостаточно просто создать цепь поставок — слишком сложна эволюция экономических явлений. Необходимо грамотное управление этой цепью через взаимодействие всех участников: поставщиков, производителей, торговых и транспортных посредников, конечных потребителей, т. е. через взаимодействие заинтересованных партнеров; через внедрение современных информационных систем и коммуникационных технологий, позволяющих создать единое информационное пространство; а также через создание координирующих структур. Сегодня многие западные и отечественные производители вводят в организационные структуры управления своими предприятиями не только департаменты и отделы логистики, но и структурные подразделения по управлению цепями поставок, в которых работают менеджеры, аналитики, координаторы по планированию и контролю цепей поставок.

Концепция управления бизнесом как цепочкой поставок существует в достаточно зрелом виде уже около 20 лет и имеет множество трактовок. Сегодня как сама эта концепция, так и программные УЦП-решения охватывают гораздо более широкий спектр проблем, чем в конце 80-х.

В результате появления продуктов нового поколения к системам управления цепочками поставок стали относить все бизнес-приложения, ориентированные на выработку стратегии, координацию планирования и организацию управления в сфере снабжения, производства, складирования и доставки товаров конечному потребителю.

Внедряя УЦП, многие компании могут получить ряд довольно значимых конкурентных преимуществ. Это, во-первых, сокращение стоимостных затрат (на закупки, на складские запасы, на производство), во-вторых, затрат временных (уменьшение времени выхода и внедрения на рынок, уменьшение времени получения и обработки заказа). Таким образом, компании получают возможность увеличивать свою прибыль.

*По оценкам консалтинговой компании Deloitte & Touche, эффект от УЦП подчас измеряется 75%-ным увеличением оборачиваемости запасов, расходы на логистику могут быть снижены на 40–50%, а время планирования сведено к минутам вместо затрачиваемых прежде дней. Заметно повышается прозрачность запасов и грузопотоков.*

*Другой авторитетный ИТ-эксперт, компания AMR Research, указывает, что одним из основных источников конкурентного преимущества для компаний, занимающихся розничной торговлей, станет эффективное планирование ассортимента на локальных рынках. Ритейлеры, которые примут на вооружение стратегию УЦП, могут добиться двукратного роста продаж и сокращения запасов на 20%. При этом улучшение планирования и сокращение запасов при внедрении УЦП-систем происходит — в идеале — у всех контрагентов, участвующих в цепочке поставок<sup>1</sup>.*

**Реализация УЦП и внедрение соответствующих систем целесообразны там, где затраты на работу с поставщиками, дистрибьюторами и логистику составляют заметную долю себестоимости продукции. К таким компаниям в России в первую очередь относятся многопрофильные металлургические холдинги и предприятия химической промышленности, производители товаров народного потребления, крупные дистрибьюторы и операторы розничной торговли. При этом первым делом следует переосмыслить их ключевые бизнес-процессы в контексте методологии управления цепочками поставок.**

**Парадигмы логистики** тесно связаны с четырьмя этапами ее эволюционного развития. К ним относятся:

<sup>1</sup> <http://www.pcweek.ru>.

- аналитическая;
- технологическая (информационная);
- маркетинговая;
- интегральная.

Вокруг этих фундаментальных парадигм на Западе сконцентрировались свои научные школы, группы исследователей и логистические сообщества.

**Парадигма** (от греч. *paradeigma* — образец, пример использования) — исходная концептуальная схема, модель постановки проблем и их решения, методов исследования, господствующих в течение определенного исторического периода в научном сообществе.

**Суть аналитической парадигмы — анализ особенностей движения материального потока в производстве и обращении и поиск оптимальных решений.**

Аналитическая парадигма основана на твердой теоретической базе, использующей при исследованиях методы и модели теории управления запасами, исследования операций, экономической кибернетики, методы математической статистики и др. Характерной особенностью применения аналитической парадигмы является построение достаточно сложной экономико-математической модели, отражающей специфику решаемой логистической проблемы. Такие модели требуют достаточно большого объема исходной информации и разработки сложных алгоритмов принятия решений в логистическом управлении, а практическое их применение (исходя из указанных особенностей) сужается в основном до внутрипроизводственных логистических систем. Для большинства фирм, заинтересованных в интегральном подходе к логистическим исследованиям, аналитическая парадигма неудобна.

**Суть технологической парадигмы — формализация составных частей логистического процесса при компьютерной поддержке процесса принятия решений.**

Технологическая парадигма появилась в 1960-х годах и тесно связана с бурным развитием информационно-компьютерных технологий. Философия данной парадигмы заключается в том, что, с одной стороны, можно сформулировать общую проблему управления материальным потоком логистического объекта, а с другой — синтезировать информационно-компьютерное обеспечение решения проблемы. Теоретической основой технологической парадигмы является системный подход, который применяется как для моделирования самих логистических объектов, так и для синтеза систем информационно-компьютерной поддержки. Основные стратегии логистического управления состоят в том, чтобы автоматизировать тривиальные задачи и использовать информационно-компьютерную поддержку для решения более сложных логистических задач. При этом автоматизация всего процесса управления материальным потоком не является целью внутри данной парадигмы.

*Практическим примером использования технологической парадигмы являются широко распространенные системы MRP (Manufacturing Requirements/Resource Planning)/DRP (Distribution Requirements/Resource Planning), применяемые во внутрифирменном планировании и управлении запасами и закупками материальных*

*ресурсов, а также поставками готовой продукции потребителям (более подробно о системах будет идти речь в следующих главах).*

С начала 1980-х годов и до настоящего времени в ряде развитых стран при синтезе фирменных логистических систем часто применяется маркетинговая парадигма.

**Суть маркетинговой парадигмы — построение рациональной логистической системы на основе маркетинговой стратегии организации.**

Модели, использующие эту парадигму, имеют целью описать и объяснить отношения между логистической системой и возможностями фирмы в конкурентной борьбе. Синтезируемая логистическая система должна реализовать стратегическую цель фирмы — стратегию конкуренции на рынке сбыта готовой продукции, что требует решения таких маркетинговых задач, как изучение рынка, определение позиций фирмы на рынке, прогнозирование спроса на продукцию и т. п. Научной базой данной парадигмы являются в основном экономические и социальные дисциплины (экономика и организация производства, управление персоналом и качеством продукции, маркетинг и т. п.), а математическую основу составляют в основном теория вероятностей, математическая статистика и т. п. Необходимо отметить, что модели, использующие в качестве основы маркетинговую парадигму, являются достаточно абстрактными, имеют большую размерность, многие переменные носят качественный характер, что затрудняет получение простых аналитических решений.

*Практическим применением использования маркетинговой парадигмы за рубежом является LRP-система (Logistics Requirements Planning) — система контроля входных, внутренних и выходных материальных потоков на уровне фирмы, территориально-производственных объединений и макрологистических структур. Система известна также под названием «Supply Chain Management System» (система управления логистической цепью).*

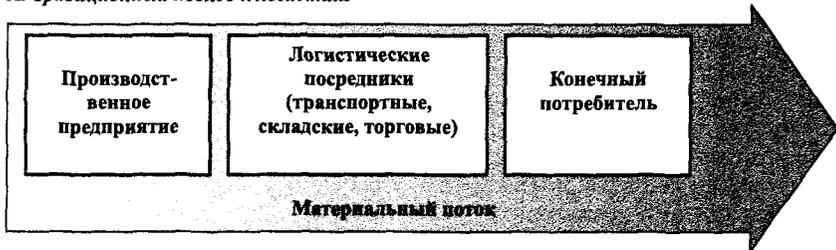
В последние годы укоренилась и широко распространяется новая логистическая парадигма, которую большинство исследователей называет **интегральной**. Эта парадигма комбинирует практическое использование трех вышеуказанных парадигм и развивает маркетинговую, учитывая при этом новые предпосылки развития бизнеса на современном этапе, к которым можно отнести следующие:

- новое понимание механизмов рынка и понимание логистики как стратегического элемента в конкурентных возможностях фирмы;
- новые перспективы интеграции между логистическими партнерами, новые организационные отношения;
- технологические возможности, в частности гибких производств и информационно-компьютерных технологий, радикально изменились и открыли новые горизонты контроля и управления во всех сферах производства и обращения продукции.

Суть интегральной парадигмы представлена на рис. 1.3.



**А. Традиционный подход к логистике**



**Б. Интегрированный подход к логистике**

Условные обозначения:

МР — материальные ресурсы (сырье, материалы и т. п.);

ГП — готовая продукция;

НИР и ОКР — научно-исследовательские работы и опытно-конструкторские работы.

*Рис. 1.3. Иллюстрация интегральной парадигмы логистики*

Часть А рис. 1.3 иллюстрирует традиционный логистический подход, основанный на стандартных функциях бизнеса (закупка, производство, продажа) и соответствующем теоретическом аппарате: инжиниринге, организации производства и т. п. В этом случае логистика выступает лишь как координирующая материальный поток функция. А на рис. 1.3 часть Б отражена иллюстрация интегрированного логистического подхода, где материальный поток выступает в качестве интегратора, причем интегрируемая функция может распространяться на несколько организаций. Единственным необходимым условием здесь является наличие взаимодействий между указанными объектами либо непосредственно через управление материальным потоком, либо через информационные и финансовые потоки.

Примером применения интегральной парадигмы логистики являются концепция JIT (just-in-time, точно в срок), TQM (Total Quality Management, всеобщее управление качеством), интегрированные системы дистрибуции и др. На интегральной парадигме базировалось создание такой логистической системы, как ISCS (Integrated Supply Chain Information System) — интегрированной информационной системы, об-

*служивающей логистический канал. ISCS реализует интегрированную координацию логистических систем и звеньев на микро- и макроуровнях как по материальным потокам, так и по информационным потокам с помощью онлайн-режима обработки сообщений в телекоммуникационных сетях.*

*Интегральная парадигма успешно используется при синтезе макрологистических структур. Например, создание мировой сети центров торговли (Trade Point) в рамках международной программы ООН по повышению эффективности мировой торговли (программа UNCTAD 1995–2005 гг.).*

### 1.3. Развитие методологии и научной базы логистики в России и за рубежом

С годами логистика как научное направление приобретает все более широкое распространение.

Современная теория логистики и логистического менеджмента в концептуальном плане базируется на следующих **методологиях**:

- системного анализа;
- кибернетического подхода;
- исследования операций;
- экономико-математического моделирования.

Большое значение в логистике имеет теория систем и системного подхода, т. е. рассмотрение предприятия любой хозяйственной деятельности как целостного элемента в частности и как звена более крупной экономической системы, объединяющей организации в единую цепь поставки. О логистических системах речь пойдет в следующих главах.

Для решения конкретных проблем, возникающих при анализе и синтезе логистических систем и методов управления на разных экономических уровнях используются более детальные **методы**: программно-целевое планирование, функционально-стоимостной анализ, методы прогнозирования, методы моделирования и т. п. В ретроспективном периоде были разработаны методологические принципы логистики и SCM, основными из которых являются следующие.

1) **Системный подход** — все элементы логистической системы рассматриваются во взаимосвязи и взаимодействии для достижения единой цели управления.

2) **Принцип тотальных затрат** — учет всей совокупности издержек управления материальными и связанными с ними информационными и финансовыми потоками по всей логистической цепи.

3) **Принцип глобальной оптимизации** — при оптимизации необходимо согласование локальных целей функционирования элементов системы для достижения глобального оптимума.

4) **Принцип логистической координации и интеграции** — необходимо согласование и интегрированное участие всех звеньев ЛС от ее начала и до конца в управлении потоковыми процессами при реализации целевой функции.

5) **Принцип моделирования и информационно-компьютерной поддержки** — при проектировании ЛС используются модели и компьютерная поддержка принятия решений.

6) **Принцип разработки необходимого комплекса подсистем, обеспечивающих процесс логистического менеджмента**, — функциональные — основные и обеспечивающие — подсистемы.

7) **Принцип TQM — всеобщего управления качеством** — обеспечение надежности и качества работы каждого элемента ЛС для обеспечения общего качества товаров и сервиса, поставленных конечным потребителям.

8) **Принцип гуманизации всех функций и технологических решений в логистических системах** — соответствие экологическим требованиям по охране окружающей среды, эргономическим, социальным, этическим.

9) **Принцип устойчивости и адаптивности** — ЛС должна устойчиво работать при отклонении параметров внешней среды. При значительных отклонениях параметров внешней среды ЛС должна автоматически приспосабливаться к новым условиям.

В последние годы очень много говорится о синергетическом подходе к анализу и исследованию логистических систем.

**Логистическая синергия** (logistical synergy) — это эффект взаимного усиления связей одной логистической системы с другими, при котором общий эффект одновременного действия каких-либо факторов превышает арифметическую сумму эффектов этих факторов при их действии в отдельности<sup>1</sup>.

Развитие и применение в логистике данной научной методологии не случайно, поскольку логистика, как уже было сказано ранее, не только молодая наука, но и наиболее динамично развивающаяся. Особое значение здесь приобретает процесс управления цепью поставок, когда в общем экономическом эффекте заинтересованы несколько участников процесса. Тем более что сегодня на первый план выходит не наличие собственных ресурсов у фирмы, а возможность и способность задействовать доступные внешние ресурсы в рамках взаимовыгодного сотрудничества компаний в цепи поставок.

**Важным фактором сегодня становится способность превращать взаимодействие не в противоборство, а в реальные конкурентные преимущества. В этом случае синергетический эффект, возникающий в результате согласованных взаимодействий, будет покрывать возрастающие транзакционные издержки.**

Однако необходимо помнить, что, когда происходит одновременное невыполнение обязательств со стороны двух и более участников цепи поставок, синергия в логистике и УЦП может быть не только положительной, но и отрицательной. Вероятность возникновения отрицательной синергии относительно невелика у фирм с высоким уровнем вертикальной интеграции. Поэтому многие фирмы стремятся создавать так называемый синергический портфель (synergy

<sup>1</sup> См.: Родников А. Н. Логистика: терминологический словарь. 2-е изд., испр. и доп. М., 2000.

portfolio), т. е. группу предприятий, подчиненных им и связанных между собой логистической цепью.

*Примером синергического портфеля может быть торговое предприятие, владеющее складами общего пользования и осуществляющее транспортно-экспедиционное обслуживание.*

Для продвижения методологий и теоретических исследований в практику логистического менеджмента и УЦП, координации работы ученых и специалистов создано и функционирует множество логистических сообществ, организаций, ассоциаций, институтов. Наиболее известные из них: Американское общество проблем управления производством и запасами, Американский совет по проблемам менеджмента, Американское общество транспортировки и логистики, Международное общество материального менеджмента, Институт логистики и управления дистрибуцией (Великобритания), Французская ассоциация логистики в производстве, ассоциации логистики в Голландии, Италии, Швейцарии, Германии, Финляндии и в ряде других стран.

**Теоретические положения и конкретные рекомендации логистики и УЦП активно внедряются в практическую деятельность фирм и компаний во многих странах. При этом к логистике и УЦП как к научной основе управления потоковыми процессами обращаются не только в промышленности, торговле и на транспорте, но также и в сфере услуг, банковском и страховом деле, организации послепродажного сервиса, в коммунальном хозяйстве, в области туризма и других областях деятельности.**

Востребование научных подходов и практических методов логистики и УЦП совпало с началом перехода России к рыночным отношениям. Как показывает зарубежный опыт, потребность в конкретном теоретическом аппарате и практическом инструментарии логистического менеджмента зависела от ряда условий, сложившихся на определенном историческом отрезке времени. К таким условиям относятся следующие: уровень развития производственных сил, уровень технологического развития, политическая обстановка, зрелость рыночных отношений.

Не вдаваясь в детальный экономический анализ, сформулируем в общих чертах принципиальные трудности, которые возникли на пути становления и развития логистической концепции и концепции УЦП в России в период перехода к рыночным отношениям:

- сложная общеэкономическая ситуация;
- социальная напряженность;
- недооценка в течение длительного времени значимости сферы обращения (снабжения и сбыта), которая на Западе имеет ключевую позицию в логистике и УЦП (исторически сфера обращения в нашей стране отставала от сферы производства, следствием чего явилось замедленное продвижение товаров к конечному потребителю, неудовлетворительное качество обслуживания потребителя и т. п.);

- отставание инфраструктуры экономики от мирового уровня: нерациональное развитие товаропроводящих структур, слабый уровень развития современных систем электронных коммуникаций, отсталая транспортная инфраструктура (прежде всего в области автомобильных дорог) и технико-технологический уровень развития транспортных средств;
- низкий уровень развития производственно-технической и технологической базы складского хозяйства;
- слабое развитие промышленности по производству современной тары и упаковки и т. п.

Это в общем случае, а в частности, самое важное, по мнению многих консалтинговых организаций, занимающихся постановкой логистики и УЦП в российских компаниях, было то, что отсутствовал аппарат описания функций и бизнес-процессов организации.

Отсутствие единого описания бизнес-процесса влечет несогласованность действий как отдельных людей, так и целых подразделений. Для бывших советских предприятий характерны ситуации, когда функции не двух, а целых четырех подразделений, насчитывающих десятки человек, на 90% перекрывают друг друга. В результате возникла не только информационная неразбериха, но и закрытость и враждебность внутри организации. При этом зачастую организация не понимала, то ли она консалтинговая фирма, то ли сервисное предприятие, то ли дистрибьютор, каждое подразделение преследовало свои собственные, или некие «общие», цели, как оно их понимало. Следствием этого становился примитивный сговор снабженцев и сбытовиков с поставщиками и заказчиками (сегодня это явление сохраняется).

Другой вариант — то, что специалисты называют субоптимизацией деятельности подразделений. Например, в отделе закупок стремятся купить как можно больше и дешевле, не заботясь о качестве и цене с точки зрения всего технологического процесса. Или стиль работы служб сбыта: лишь бы сдать, избавиться и получить какие-то деньги, а самой концепции сбыта, ориентированного на клиента, чтобы он потом вернулся, — нет.

*Здесь можно остановиться на конкретном примере. У российских дистрибьюторов, торгующих замороженными продуктами, в свое время возникли трудности с российскими хладокомбинатами. Дело в том, что у каждого были свои ключевые моменты, поступаться которыми не хотели ни одни, ни другие. Начнем по порядку.*

*Российские дистрибьюторы, раскрутившись в свое время на мороженом Mars, все более явно стали ощущать присутствие друг друга на рынке. Возникла необходимость расширения ассортимента: сначала за счет других сортов мороженого, потом — прочей «заморозки» западного производства (овощные, мясные и рыбные полуфабрикаты). Наконец маркетинговая стратегия привела их на отечественные хладокомбинаты. Их ждал поистине прохладный прием. Правда, после многомесячных переговоров летом 1996 г. восемь московских дистрибьюторов и два хладокомбината создали ассоциацию под названием «Столичное мороженое»: одни получили гарантии постоянных поставок, другие — постоянного сбыта. Но дело в том, что*

*производители сдались только тогда, когда у них в разгар сезона скопилось на складах по несколько сотен тонн мороженого, а впереди замаячил зимний спад продаж, в последние годы кончавшийся остановкой производства. Возникает ощущение, что пути отечественной логистики были никому не ведомы, и это не слишком большое преувеличение. Так что же происходило на самом деле? Отказываясь от предложений фирм-дистрибьюторов, хладокомбинаты предпочитали многочисленных мелких посредников, а накопившиеся остатки в критический момент, например в конце года, почти даром отдавали подвернувшемуся крупному покупателю. Явление парадоксальное: то, что для предприятия является операцией на грани фола, для самих сбытовиков было вполне прибыльным бизнесом.*

Однако, продолжая разговор об истории российской логистики и УЦП, отметим, что, несмотря на перечисленные негативные моменты в отношении ее развития, к началу 90-х годов, т. е. начальному этапу перехода к рыночным отношениям, в России имелись определенные предпосылки для развития логистических концепций в различных отраслях экономики. Эти предпосылки можно разделить на две большие группы: научно-теоретические и производственно-технические (технологические).

**Научно-теоретические предпосылки** связаны с вузовской подготовкой специалистов по широкому кругу дисциплин, прямо или косвенно имеющих отношение к логистике, а также большим количеством научных трудов и методических разработок, затрагивающих в той или иной степени проблемы логистики и УЦП и составляющих теоретическую и научно-методическую основу. Это работы отечественных ученых в областях системного анализа, технической и экономической кибернетики, исследования операций, теории управления запасами, теории массового обслуживания.

Несмотря на то что сам термин «логистика» и соответственно научная дисциплина стали применяться и преподаваться у нас совсем недавно, отдельные теоретические положения логистики изучались в экономических вузах в комплексе таких дисциплин, как экономика и организация материально-технического снабжения и сбыта, организация складского и тарного хозяйства, управление запасами, нормирование материальных ресурсов, оперативно-календарное планирование производства, организация и управление грузовыми перевозками, организация оптовой торговли и др.

До перехода к рынку в изучении указанных дисциплин, а также практических приложениях научно-исследовательских разработок преобладали территориальный, отраслевой и ведомственный подходы. Участники, по существу, единого логистического процесса в сферах производства и обращения продукции всегда рассматривались изолированно с точки зрения обеспечения своих локальных интересов и целей функционирования в централизованной плановой экономике.

**Логистический же подход в концептуальном понимании в аспектах маркетинговой и интегральной парадигм не мог быть востребован до начала перехода к рынку.**

В настоящее время логистика выделилась в специальную дисциплину (**Логистика и управление цепями поставок**), тесно связанную с математикой, статистикой и рядом экономических наук. База логистических знаний основывается на комплексе знаний и навыков в таких областях, как макро- и микроэкономика, финансовый, производственный, инновационный, стратегический и инвестиционный менеджмент, управление рисками, маркетинг и управление продажами, информационные системы и технологии, а также финансовый, бухгалтерский и управленческий учет. Несмотря на то что теория логистики и УЦП еще до конца не разработана, в логистике как научной дисциплине принято выделять следующие **разделы** (в соответствии с ее **функциональными областями**):

- закупочная (снабженческая) логистика;
- логистика производственных процессов (производственная логистика);
- сбытовая (распределительная) логистика;
- логистика запасов;
- логистика складирования (складская логистика), грузопереработка и упаковка;
- транспортная логистика;
- информационная логистика;
- финансовая логистика;
- логистика обратных потоков.

Огромное значение с точки зрения научно-теоретического развития логистики и УЦП имело издание в России первого классического учебника по логистике под редакцией Б. А. Аникина (1997 г.). Этот учебник был дважды переиздан и сегодня остается одним из самых популярных не только среди студентов, но и среди менеджеров среднего и высшего звена. В учебнике впервые в России был обоснован интегральный подход к управлению материальным потоком, обозначены основные функциональные подсистемы логистики, предложены действенные методы оптимизации потоковых процессов.

Наряду с проработкой научно-теоретической концепции Б. А. Аникиным было предложено создание кафедры логистики, с последующим выпуском специалистов. Итак, 15 сентября 1999 г. решением руководства Государственного университета управления была создана кафедра логистики на базе действующих кафедр факультета управления в машиностроительной промышленности. Реально оценивая перспективы новой специальности «Логистика» в соответствии с потребностями российского общества и производства, коллектив факультета активно взялся за организацию процесса подготовки специалистов в данной области.

В июне 2001 г. состоялся первый в России выпуск специалистов, которые имеют в дипломе запись: «квалификация „менеджер“ по специальности „менеджмент“ со специализацией „логистика“», а в июне 2005 г. — первый выпуск специалистов по специальности «логистика» с квалификацией «логист».

Выпускники, получающие квалификацию «логист», занимают должности консультантов по логистике, аналитиков, ведущих специалистов, руководителей

служб и отделов логистики, а также осуществляют руководство комплексными логистическими проектами.

Полученные знания и навыки в области закупочной, производственной, распределительной, транспортной и других направлений логистики позволяют выпускникам проектировать логистические системы любого уровня, эффективно используя современные инструменты управления и программные продукты для оптимизации потоковых процессов и управления цепями поставок.

Выпускники кафедры работают по направлениям:

- управление товарно-материальными и сопутствующими потоками в логистических компаниях (логистические провайдеры);
- управление финансовыми потоками;
- управление логистическими процессами в учебно-образовательной и научной сферах;
- управление информационными потоками;
- управление транспортировкой в логистических системах;
- управление закупкой товарно-материальных ресурсов и реализацией готовой продукции.

В октябре 2007 г. диплом специалистов класса «Master of Business Administration» в области «логистика» получили первые слушатели программы «МВА-Логистика».

Ежегодно кафедра логистики Государственного университета управления проводит набор по следующим видам обучения:

- ▶ первое высшее образование:
  - специальность — логистика и управление цепями поставок;
  - форма обучения — дневная;
  - срок обучения — 5 лет;
- ▶ а также:
  - магистратура;
  - второе высшее образование;
  - опережающее обучение;
  - повышение квалификации;
  - Master of Business Administration;
  - аспирантура;
  - докторантура.

Сотрудничество кафедры логистики с ведущими логистическими и промышленными компаниями России позволяет выпускникам на условиях, не мешающих учебному процессу, получать практические навыки работы в крупных корпорациях еще со студенческой скамьи, принимать участие в разработке крупных проектов, проявить себя хорошими специалистами.

*Примерный перечень организаций, в которых проходят практику студенты: ЗАО «АвтоПассаж», ЗАО «Завод „Компонент“», ЗАО «Интернейшнл Карго Сервис», ЗАО «ПО «Спеццистерны», ЗАО «Профайн рус», ЗАО «ЭФКО-Слобода», ЗАО ТЛК «Томилино», ОАО «Автофрамос», ОАО «Вимм-Билль-Данн Продукты питания»,*

ОАО «Холдинговая компания «Объединенные кондитеры», ОАО МК «Шатура», ООО «Авиарут Карго», ООО «Альберани Логистикс», ООО «АСБИС», ООО «Афина», ООО «Барос», ООО «Виктория», ООО «Гиперглобус», ООО «Дорожно-строительное управление», ООО «Комацу СНГ», ООО «Компьютерный центр ЯМАЛ», ООО «Конт-и-Сервис», ООО «Логистик Сервис», ООО «Логистическое агентство „20А“», ООО «Национальная логистическая компания», ООО «ОЛМАРК управляющая компания», ООО «Порше Руссланд», ООО «РАМ», ООО «РеверсТранс», ООО «Технический центр „Кунцево Лимитед“», ООО «ТК Терминал», ООО «ТНТ «Экспресс», ООО «Транс-Сервис», ООО «Транссибирский Интермодальный Сервис», ООО «ТЭК РЛОГ», ООО «Фольксваген Груп Рус», ООО «Эдлайн Маркетинг», ООО «ЭНЕРГОСНАБ», ООО Агентство «Химэксперт».

Со многими компаниями по окончании образовательного процесса студенты подписывают долгосрочные трудовые договоры и остаются работать по своей прямой специальности.

Сегодня продолжается активная работа по формированию научно-теоретической и практической базы в области логистики и управления УЦП. Как уже было сказано выше, на кафедре логистики в этом процессе активное участие принимает не только профессорско-преподавательский состав, но и студенты, аспиранты и докторанты. Уже в 2009 г. был, к примеру, заключен договор с ЗАО «Ньюпорт Трейдинг» (Компания «Таблоджикс») на проведение научно-практического конкурса «Долговечность, устойчивость, инновационность логистических парков и процессов».

Научно-практический конкурс студенческих (аспирантских) работ проводится с целью организации исследований в рамках проекта разработки качественно нового типа складского здания и совершенствования бизнес-процессов:

- стимулирование интереса студентов к проблеме складской и коммерческой недвижимости;
- углубленное изучение студентами требований, предъявляемых к устойчивой, долговечной и жизнеспособной недвижимости;
- получение студентами знаний в области практики организации логистики и современных требований к коммерческой недвижимости;
- изучение, рационализация и оптимизация процессов в рамках предоставления всего спектра услуг по доставке, хранению и предпродажной подготовке товара;
- выполнение научно-исследовательской работы и предложение практических рекомендаций в одном из следующих направлений:

1) **углубленное изучение требований, предъявляемых к устойчивой, долговечной и жизнеспособной (sustainable real estate) недвижимости в следующих ее проявлениях:**

а) **урбанистическая устойчивость** — легкая доступность, наличие улучшенных и модернизированных подъездных путей, наличие транспортных развязок, открытие новых возможностей и новых подходов к девелопменту на данной площадке, благоустройство и дизайн примыкающих территорий при сохранении существующего архитектурного наследия. Создание стимулов для последующих

этапов строительства и инвестиций на данной территории, улучшение качества самой территории путем применения новых обязательно улучшенных архитектурных и культурных решений, создание стимулов для привлечения новых, качественно более продвинутых конечных потребителей;

б) *экологическая устойчивость*: наименее возможное влияние объекта на окружающую среду в процессе всего жизненного цикла здания, т. е. использование регенеративных источников энергии, энергосберегающее строительство, использование более совершенных строительных технологий (модернизированное строительство), строительная биология, качество строительных материалов и строительных составляющих, длительный жизненный цикл здания, эффективное использование пространства и т. д.;

в) *коммерческая устойчивость* подразумевает постоянно высокий коэффициент использования недвижимости, достижение планируемого дохода от сдачи в аренду, поддержание стоимости недвижимости на заданном уровне или ее увеличение;

г) *эксплуатационная устойчивость* подразумевает эксплуатационную надежность, высокие стандарты качества эксплуатации недвижимости;

2) *изучение, рационализация и оптимизация логистических процессов в рамках предоставления всего спектра услуг по доставке, хранению и предпродажной подготовке товара.*

**Научно-технические** предпосылки развития логистики в России в 90-е годы связаны с внедрением в различных отраслях промышленного производства систем управления материальным потоком (управления цепями поставок). В первую очередь это относится к внутрипроизводственным системам организации работы технологического (промышленного) транспорта и складского хозяйства, гибким автоматизированным комплексам и робототизированным комплексам. Известны примеры эффективного использования в промышленности микрологистических систем типа САПР, РИТМ, КСОТО, систем оптимального оперативно-производственного планирования, контроля и управления запасами материальных ресурсов, подобных зарубежным системам MRP/DRP, KANBAN и др.

Производственно-техническую базу, связанную с управлением многоассортиментного материального потока, также составили различные технологические объекты государственных централизованных, отраслевых, территориальных и ведомственных систем снабжения и сбыта продукции, т. е. бывших структур Госснаба, Госстроя, Госагропрома и Госкомнефтепродукта СССР. Несмотря на их упразднение в 1993 году, на территории РФ остались и функционируют, уже в рыночных отношениях, объекты мощной складской системы и товаропроводящих систем, крупные автоматизированные транспортные комплексы, транспортные узлы и грузовые терминалы, контейнерные пункты, предприятия различных видов транспорта и связи, вычислительные и информационно-диспетчерские центры и т. п.

Сегодня можно остановиться на следующих факторах и тенденциях в отношении развития логистики и УЦП в России:

- 1) стремительный рост числа компаний, имеющих выделенные организационные структуры управления логистикой и УЦП;
- 2) развитие логистической инфраструктуры производственных и торговых компаний;
- 3) интенсивное внедрение информационных систем и программных приложений, поддерживающих логистику и УЦП;
- 4) развитие аутсорсинга логистических услуг;
- 5) рост интереса топ-менеджмента компаний к внедрению концепций и технологий управления потоковыми процессами — УЦП.

**Интерес к логистике и УЦП как инструментам повышения конкурентоспособности компаний резко возрастает. Логистика и УЦП — перспективное повышение эффективности бизнеса и упрочнения рыночных позиций.**

Сегодня для такой передовой технологии, как управление потоковыми процессами на основе формирования и оптимизации цепей поставок, в России сформировалась благодатная почва. Уже сейчас многие отечественные производители и дистрибьюторы столкнулись с усиливающейся конкуренцией со стороны вторгающихся на наш рынок международных компаний, ростом расходов на складскую и транспортную логистику и необходимостью налаживания прямых связей с поставщиками и клиентами. Мировые лидеры используют логистику и УЦП, чтобы иметь конкурентные преимущества перед игроками второго и третьего эшелона. Подобной стратегии они придерживаются и в России. Понимая это, ведущие российские компании присматриваются к логистике и УЦП как к способу построения бизнеса, конкурентоспособного на мировом рынке.

С другой стороны, построение эффективной цепочки поставок в российских условиях многими зарубежными экспертами считается целью труднодостижимой и даже преждевременной. Причины этого следующие.

1. Уровень доверия между отечественными компаниями — потенциальными партнерами по цепочке поставок пока еще довольно низок.
2. Недостаточный уровень законодательной и нормативной базы в области логистики и УЦП, в частности, таможенное законодательство осложняет эффективную организацию перемещений товара по международным цепям поставок.
3. Сохранение низкого уровня развития логистических инфраструктур.
4. Недостаточный уровень использования современных логистических технологий и технологий УЦП.
5. Ограничение инвестиций в логистическую инфраструктуру компаний (в том числе иностранных инвестиций).
6. Недостаточный уровень квалификации персонала компаний в области логистики и УЦП.

7. Рынок логистических услуг (аутсорсинг) находится в стадии формирования, в частности, отсутствует действенная система сертификации логистического сервиса.

Все эти причины затрудняют согласованное развитие бизнеса как цепочки поставок, в которую включены также сторонние поставщики и дистрибьюторы, и, следовательно, сужается область применения логистической концепции и УЦП, сводя их к немногим вертикально интегрированным российским холдингам, строящим в основном собственные цепочки дистрибуции и логистику.

*Существует мнение, что лишь крупные компании, имеющие разветвленную сеть дистрибьюторов и поставщиков, нуждаются в системах УЦП. Считается, что подобные решения — это некий hi-end в бизнесе, который могут себе позволить лишь немногие лидеры, и для внедрения УЦП-решения необходимо наличие работающей системы ERP.*

*Однако рынок не стоит на месте. Если в 80-е и 90-е годы категорическое утверждение «сначала ERP, потом УЦП» было бы в принципе корректным, то уже в XXI в., в эпоху конвергенции ERP-решений в сферу планирования цепей поставок и с расширением функциональности специализированных (best-in-class) УЦП-систем, все эксперты сходятся на том, что компании наконец-то получили до того недостижимую возможность выбора, с помощью каких решений строить и совершенствовать цепочку поставок.*

*Например, компания Dell, один из лидеров мирового бизнеса и изобретатель бизнес-модели «производства на заказ», вообще не использует ERP-системы, поскольку изначально строила свою деятельность на принципе «вытягивающего» производства товаров, основанного на быстрой обратной связи с потребителями<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup> <http://www.pcweek.ru>.

## ГЛАВА 2

### Понятийно-терминологический аппарат логистики и УЦП

#### 2.1. Подходы к определению логистики и УЦП

В связи с глубоким проникновением логистики во все сферы хозяйственной деятельности в научной литературе стало встречаться достаточно большое количество трактовок понятия «логистика».

В качестве примера приведем некоторые из них. В широком смысле логистика трактуется как наука об управлении и оптимизации материальных потоков, потоков услуг и связанных с ними информационных и финансовых потоков в определенной микро-, мезо- или макроэкономической системе для достижения поставленных перед ней целей.

В узком смысле логистику определяют следующим образом.

**Логистика** — это инструмент менеджмента, способствующий достижению стратегических, тактических или оперативных целей организации бизнеса за счет эффективного (с точки зрения снижения общих затрат и удовлетворения требований конечных потребителей к качеству продуктов и услуг) управления материальными и (или) сервисными потоками, а также сопутствующими им потоками информации и финансовых средств, контроля и регулирования движения материальных и информационных потоков в производстве и во времени от их первичного источника до конечного потребителя.

**Предназначение логистики заключается в обеспечении и получении продуктов и услуг там, где они необходимы, и тогда, когда они требуются.**

Представленные выше определения трактуют логистику как науку. Однако встречаются и другие трактовки, в которых логистика рассматривается с точки зрения управленческих, экономических и оперативно-финансовых аспектов. Так, например, сотрудники Национального совета США по управлению материальным распределением, определяя сущность логистики, акцентируют внимание на *управленческом аспекте*.

**Логистика** — это планирование, управление и контроль поступающего на предприятие потока материальной продукции и соответствующего ему информационного потока.

Многие исследователи, в том числе французские, отдают предпочтение *экономическому аспекту*, определяя логистику следующим образом.

**Логистика** — это совокупность различных видов деятельности с целью получения с наименьшими затратами необходимого количества продукции в ус-

тановленное время и в установленном месте, в котором существует конкретная потребность в данной продукции.

Существуют также определения логистики, где подчеркивается ее *оперативно-финансовый аспект*. В них трактовка логистики исходит из времени расчета партнеров по сделке и деятельности, связанной с движением и хранением сырья, полуфабрикатов и готовых изделий в хозяйственном обороте с момента уплаты денег поставщику до момента получения денег за доставку конечной продукции потребителю (принцип уплаты денег — получения денег).

В ряде определений подчеркивается высокая значимость творческого потенциала в решении задач логистики.

**Логистика** — это искусство и наука определения потребностей, а также приобретения, распределения и содержания в рабочем состоянии в течение всего жизненного цикла всего того, что обеспечивает эти потребности.

**Суть логистики** — это создание некоего конвейера (бизнес-процесса), упорядочивающего всю работу организации, а не ее отдельных частей.

*Многие консалтинговые компании, специализирующиеся на работе с российскими предприятиями, отмечают, что часто клиенты, заказывая постановку логистики и отвечая на вопрос, что именно они хотят, начинают с закупок и реализации, переходят на денежные потоки, оборачиваемость средств и заканчивают чуть ли не налоговой схемой.*

*С формальной точки зрения — это путаница в разделах менеджмента, но по существу заказчики правы: их интересует организация в целом и происходящие в ней процессы. А значение термина «логистика» как раз и есть организация процесса. Описываемое этим термином явление появилось тогда, когда простейшая модель организации (руководитель определяет, кто и что должен делать) была дополнена правилами: «когда» и «в какой последовательности» (рис. 2.1).*

**Логистика** — есть организация процессов разного типа и всех их, вместе взятых.

Представленные выше определения — это далеко не все подходы к определению термина логистика. Более 50 лет не прекращаются оживленные дискуссии не только по поводу содержания, но и по поводу самого термина «логистика». Широкое и неоднозначное толкование термина связано со следующими причинами:

- наличие большого количества школ, изучающих данное направление: американской, европейской и российской;
- генезис парадигм логистики в течение исторически небольшого временного интервала;
- междисциплинарный характер — наличие и сочетание экономических и технических дисциплин, а также заимствование терминологии из других областей знаний;

- несоответствие и особенности перевода терминологии, в частности неточное понимание и отсутствие некоторых терминов в различных языках;
- внедрение и развитие понятия УЦП, неоднозначность и невозможность разграничения двух концептуальных понятий — «логистика» и «управление цепями поставок».

Таким образом, многие термины в логистике постоянно уточняются, дополняются и даже видоизменяются.

*Показательным в этом отношении является использование в США термина «физическое распределение» вплоть до середины 1970-х годов, который, по сути, являлся синонимом современного понятия логистики.*

**В России за последние 15 лет в различных учебных и научных изданиях было дано боле 30 определений. Современная трактовка логистики, как правило, зависит от страны, научной школы (направления) и конкретного исследователя.**

В завершение разговора об определениях логистики остановимся на определении, которое наиболее полно отражает на сегодняшний день то, чем занимается данная наука и чему посвящен весь представленный материал.

Логистика — это интегральный инструмент менеджмента, способствующий достижению стратегических, тактических или оперативных целей организации бизнеса за счет эффективного (с точки зрения снижения общих затрат и удовлетворения требований конечных потребителей к качеству продуктов и услуг) управления материальными и (или) сервисными потоками, а также сопутствующими им потоками (финансовыми, информационными).

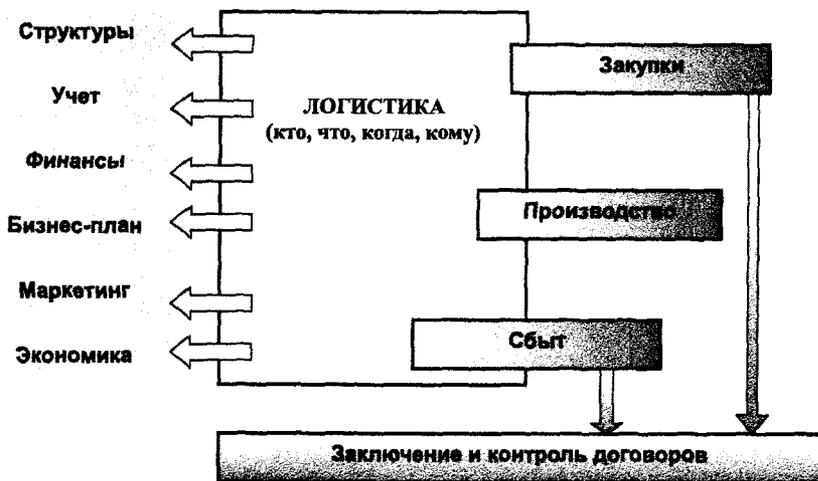


Рис. 2.1. Логистика в компонентах менеджмента

В связи с тем что в последние годы все чаще используется такое понятие, как «**управлением цепями поставок (УЦП)**», возникает необходимость определения в рамках данного вопроса не только самого термина «логистика», но и обоснование термина «УЦП», а также разграничение этих двух в методологическом плане концептуальных понятий.

В подавляющем большинстве термин «УЦП» используется в зарубежных литературных источниках.

Так, например, Европейской логистической ассоциацией (European Logistical Association) было дано следующее определение.

**Управление цепями поставок** — это организация, планирование, контроль и регулирование товарного потока, начиная с получения заказа и закупки сырья и материалов для обеспечения производства товаров, и далее — через производство в распределение, доведение его с оптимальными затратами ресурсов до конечного потребителя в соответствии с требованиями рынка.

В словаре APICS Ассоциации оперативного менеджмента можно найти еще одно определение УЦП<sup>1</sup>:

**Управление цепями поставок** — это проектирование, планирование, контроль и мониторинг деятельности в цепи поставок с целью создания чистой стоимости, построения конкурентоспособной инфраструктуры, использования рычагов глобальной логистики, синхронизации поставок со спросом и измерения результатов функционирования цепи поставок в целом.

Сегодня зарубежные и отечественные источники (в том числе интернет-ресурсы в виде электронных словарей) насчитывают довольно большое количество определений УЦП. Но все чаще под управлением цепями поставок понимается сквозной процесс управления материальным потоком, начиная от источника его возникновения до точки конечного потребления. Такое определение не противоречит определению логистики, но и не дает возможности разграничить эти два понятия. Таким образом, чтобы иметь правильное представление и о концепции логистики и о концепции управления цепями поставок, сформулируем выводы:

1. УЦП — это наиболее широкое толкование процессов оптимизации.
2. УЦП — это понятие, поглощающее понятие логистики.
3. УЦП берет на себя координирующую роль логистики и сквозное управление материальными потоками.

Исходя из этого сформулируем более точное определение УЦП.

**Управление цепями поставок (УЦП)** — это организация, планирование, контроль и координация материального потока экономически целесообразным (оптимальным) способом начиная с момента его возникновения, дальнейшего продвижения через производство в сферу обращения и потребления вплоть до конечного потребления и утилизации, соединяя при этом вместе взаимодействующие звенья логистической цепи и создавая ценность такого взаимодействия для конечного потребителя.

Таким образом, УЦП можно рассматривать как интегрированный функционал, ответственный за интеграцию ключевых бизнес-процессов внутри

<sup>1</sup> См.: Купцова А. К., Стерлигова А. Н. Анализ процесса стандартизации терминологии логистики за рубежом [Текст] // Логистика и управление цепями поставок. 2006. № 1.

компании и между компаниями, участвующих в потоковых процессах, т. е. функционал, создающий единую совершенную бизнес-модель.

**Фокус логистики сегодня смещается от координации к оперативной деятельности и ее оптимизации, через рациональное планирование движения материального потока по звеньям логистической цепи (оптимизация бизнес-процессов) в конкретной экономической системе.**

**Логистика и УЦП рассматриваются как два взаимодополняющих элемента управления материальным потоком.**

*В последнее время во всем мире наблюдается настоящий бум внедрения систем управления цепочками поставок, или SCM (Supply Chain Management)-систем. За последние десять лет инвестиции в проекты по внедрению УЦП-систем составили миллиарды долларов. Естественно, компании, вложившие значительные средства в УЦП-технологии, предполагали, что инвестиции вернуться к ним сторицей. Отлаженная цепочка поставок помогает совершенствовать систему планирования, оптимизировать складские запасы, осуществлять своевременные поставки, обеспечивать соответствие предложения спросу, снижать затраты и, как следствие, увеличивать рыночную стоимость компании. Оправдались ли их ожидания? На одной чаше весов мы имеем Dell, Wal-Mart, Toyota, которые сумели использовать мощь УЦП-решений для оптимизации цепочек поставок и в некоторых случаях даже изменили свою бизнес-модель. Им противостоят другие компании, которые считают миллионы, вложенные в проект, деньгами, выброшенными на ветер.*

*Умелое управление потоками продукции, информации о ней и денег, циркулирующих между компанией, ее поставщиками и клиентами (цепочка поставок включает все эти потоки), позволяет компании быстро и качественно удовлетворять запросы своих клиентов. При этом ее товарные запасы будут минимальны. Если подобные производственно-логистические процессы находятся вне зоны внимания компании, цепочка поставок может разладиться. И тогда клиенты, размещающие заказы, получают ответ, что товаров на складе нет, даже если на самом деле это не так. Поставки сырья в пункты погрузки задерживаются, и заказчики вовремя не получают товар. Заводы работают не в полную мощность, потому что клиенты отменяют свои заказы. Результат — спад продаж, высокие затраты и утраченная прибыль.*

*Создание действительно эффективных цепочек поставок — критически важный вопрос для многих компаний в сфере как производства, так и обслуживания. Программные решения являются ключевой составляющей успеха, но только отчасти. Причины многих неудачных проектов по внедрению УЦП-решений кроются в бизнес-практиках самих предприятий. До сих пор многие компании управляют своими логистическими цепочками вслепую, без помощи надежных инструментов измерения. Они узнают о том, что их цепочки поставок работают со сбоями, задним числом, когда плохие финансовые результаты или потеря важного клиента становятся уже свершившимся фактом<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup> <http://www.osp.ru>.

## 2.2. Цели, основные правила и задачи

Главной целью логистики и УЦП является обеспечение конкурентоспособных позиций организации бизнеса на рынке.

Повышение конкурентоспособности возможно за счет управления потоковыми процессами в цепи поставок на основе следующих правил: доставка с минимальными издержками необходимой конкретному покупателю продукции соответствующего качества и соответствующего количества в нужное место и в нужное время (7 правил логистики).

Необходимо отметить, что представленные правила (рис. 2.2) являются выражением идеального случая, к которому следует стремиться. Чтобы данное стремление имело под собой прочную основу, главная цель конкретизируется подцелями, например: создание эффективной системы контроля, создание функционально согласованной и технологически рациональной структуры организации бизнеса и т. п. При этом подцели также декомпозируются и определяют цели для каждого элемента логистической цепи и т. д., вплоть до отдельного исполнителя логистической операции.

Логистические цели достаточно универсальны и вполне органично вписываются в стратегические и тактические цели хозяйственной организации. Таким



Рис. 2.2. «7 правил логистики»

образом происходит интеграция целей **горизонтальная** (взаимувязка целей в каждой отдельно взятой функциональной сфере) и **вертикальная** (взаимувязка целей по уровням управления).

*Например, цель: максимальная загрузка существующих складских мощностей при минимальных затратах на складирование. Оперативная цель предприятия — это максимальная загрузка мощностей, логистическая — минимизация складских издержек.*

В логистической системе как при горизонтальной, так и при вертикальной интеграции важно постоянное взаимодействие и наличие обратных связей между функциональными сферами и уровнями управления. Это является важнейшим определяющим условием эффективности процессов выработки и реализации управленческих и исполнительных решений.

Для практической реализации целей логистики необходимо найти адекватные решения ряда соответствующих задач, которые по степени значимости разделяются на две группы: глобальные задачи и частные (локальные) задачи.

**К глобальным задачам логистики** относятся следующие:

- создание комплексных, интегрированных систем материальных, информационных, а по возможности — и других сопутствующих потоков;
- стратегическое согласование, планирование и контроль за использованием логистических мощностей сфер производства и обращения;
- достижение высокой системной гибкости;
- постоянное совершенствование логистической концепции в рамках избранной стратегии в рыночной среде.

*Одной из глобальных логистических задач для отечественного предприятия может быть задача внедрения новой информационной технологии управления, например внедрение программных продуктов компании «Парус».*

При решении глобальных задач очень важен временной компонент. Дело в том, что внешняя среда меняется достаточно быстро, поэтому, если решение глобальной задачи происходит медленнее, чем происходят изменения во внешней среде, результат решения будет отрицательным.

**Частные задачи логистики** имеют локальный характер, они более динамичны и разнообразны:

- максимальное сокращение времени хранения продукции;
- сокращение времени перевозок;
- рациональное распределение транспортных средств;
- быстрая реакция на требования потребителей;
- оперативная обработка и выдача информации и т. п.

*Решение такой частной задачи, как сокращение времени перевозок в условиях автомобильных пробок (сегодня в условиях жесткой конкуренции многие компании начинают вести счет времени на часы и минуты), для многих московских организаций одно — переход на ночную развозку.*

**Решение глобальных и локальных задач логистики должно находиться в рамках общей стратегии УЦП и не противоречить ее решениям.**

Сегодня только стратегически выверенная логистика способна давать ощутимые результаты деятельности. Однако пока лишь немногие руководители отечественных компаний способны это осознать и развивать. К стратегическим решениям в области логистики и УЦП можно отнести следующие:

- осуществление сквозного контроля за потоковыми процессами в цепях поставок;
- разработка и совершенствование способов управления материальными потоками;
- многовариантное прогнозирование развития событий и т. п.;
- стандартизация требований к качеству логистических операций;
- выявление несбалансированности между потребностями рынка в логистических операциях и возможностями логистической системы;
- выявление центров возникновения потерь материальных и нематериальных ресурсов;
- оптимизация технической и технологической структуры организации и т. п.

*Приведем пример решения такой общей задачи, как несбалансированность между потребностями рынка в логистических операциях и возможностями логистической системы.*

*Сегодня в некоторых секторах отечественного рынка настала эра подлинной конкуренции, т. е. конкуренции, связанной не только с ценой и качеством товаров, но и с качеством обслуживания. По иронии судьбы именно в этой части традиционная (советская) логистика начисто игнорировала человеческий фактор, оставляя заказчика один на один с трагическим вопросом: «Кто сшил костюмчик?».*

*Поэтому сейчас для российских компаний, особенно производственных, актуален элемент управления, который некоторые организации называют менеджером проекта, хотя правильнее было бы называть менеджером заказа. Он курирует отделы, участвующие в выполнении данного заказа, контролирует сроки, качество и, что самое важное, работает с клиентом, утрясая кучу нюансов и отвечая за результат (такая схема может работать и в отношениях с поставщиком). Таким образом, найдена сбалансированность между потребностью рынка в качественном обслуживании и возможностями системы, т. е. проведена некоторая структурная реорганизация фирмы.*

*В одной из отечественных организаций, производящей окна, подобная схема заработала с момента, когда фирма стала выполнять комплексные заказы, требующие координации действий разных подразделений. Казалось, что в оконном деле (один небольшой цех) координации не понадобится. Однако на практике получилось иначе. Пришлось создавать специальную коммерческую службу при цехе, а в ней выделить менеджеров, обслуживающих крупных клиентов с выездом на место для замеров и расчетов, и менеджеров, которые принимают звонки и возятся с мелкими*

заказами. Для фирмы же плюс такой системы в следующем: менеджер заказа, как отделение сберкассы, сидит и ведет своих клиентов: смотрит, как они платят, какое у них сальдо, можно или нет им отпустить товар в кредит и т. п.

### 2.3. Логистические операции, функции и бизнес-процессы

В наиболее общей постановке с позиции логистики исследуется возникновение, преобразование или поглощение МП в определенном экономическом объекте, функционирующем как целостная система. Таким образом, определяются действия, прикладываемые к МП в этой системе. Называются эти действия логистической операцией и логистической функцией (в обобщенном варианте — логистическими активностями).

**Логистической операцией (элементарной логистической активностью)** называется любое действие, не подлежащее дальнейшей декомпозиции в рамках поставленной задачи исследования или менеджмента, связанное с возникновением, преобразованием или поглощением материального и сопутствующих ему потоков (информационных, финансовых, сервисных).

*К логистическим операциям относятся, например, такие действия, совершаемые над материальными ресурсами или готовой продукцией, как погрузка, разгрузка, затаривание, перегрузка с одного вида транспорта на другой, сортировка, консолидация, разукрупнение, маркировка и т. п.*

*Логистическими операциями, связанными с сопутствующими информационными и финансовыми потоками, могут быть сбор, хранение и передача информации о материальном потоке, расчеты с поставщиками и покупателями товаров, страхование грузов, передача прав собственности на товар и т. п.*

Логистические операции реализуются в основном на нижних уровнях менеджмента в соответствующих функциональных подразделениях компании и ее партнеров по цепи поставок. В большинстве случаев целесообразность выделения логистической операции из конкретного бизнес-процесса должна диктоваться практической необходимостью учета затрат: финансовых, трудовых, временных и прочих. При этом идентификация операций должна быть направлена на создание нормативной базы и регламентов управления логистической деятельностью.

Проблема отнесения ресурсов на логистическую операцию и нормирования их расхода распадается на две взаимосвязанные задачи:

- детализация логистической деятельности до уровня элементарной операции;
- создание базы данных логистических операций, содержащей классификацию операций и нормы расходов всех видов ресурсов, приходящихся на операцию.

Степень детализации логистической деятельности до конкретных операций зависит от ряда факторов:

- вид логистической системы;
- характеристики окружающей среды;
- цели анализа логистической системы;
- установленные логистические стратегии и бизнес-процессы;
- принятые ключевые показатели эффективности логистической системы;
- возможности системы учета и контроля логистической деятельности;
- возможности КИС и другое.

Как видно из приведенного перечня, задача декомпозиции логистического процесса на операции достаточно сложна и трудоемка. Однако эффективность такой декомпозиции зачастую в большей степени зависит не от формирования перечня логистических операций, а от возможности и грамотности построения корпоративной базы нормирования (вторая задача). Нормативная база операционной логистической деятельности должна быть динамичной, адекватной окружающей среде, соответствовать достигнутому компанией уровню и конкурентному положению, учитывать предельную производительность элементов логистической инфраструктуры и возможности КИС.

**Логистической функцией (комплексной логистической активностью)** называется обособленная совокупность логистических операций, направленных на реализацию поставленных перед логистической системой и (или) ее звеньями задач.

Среди комплексных логистических активностей на уровне организации бизнеса принято выделять следующие (рис. 2.3):

- *базисные* (присущи практически любому производителю):
  - снабжение (закупки);
  - производство;
  - сбыт (распределение);
- *вспомогательные* (поддерживающие):
  - складирование и грузопереработка;
  - транспортировка;
  - сервисная поддержка;
  - информационная поддержка;
  - управление возвратным потоком.

Дифференциация логистических функций конкретной компании зависит в основном от выбранной логистической стратегии, имеющихся уникальных логистических технологий и инфраструктуры, а также состояния базы знаний и уровня культуры персонала службы логистики и УЦП, доли аутсорсинга, возможностей КИС и др.

Довольно часто сегодня на практике используется такое понятие, как логистический цикл.

**Логистический цикл (функциональный цикл логистики)** — это интегрированная по времени и в пространстве совокупность операций и функций, направленных на реализацию логистической деятельности (процесса). По сути, логистический цикл задает структурную основу логистического бизнес-процесса.

Современная практическая деятельность характеризуется все большим переходом от управления отдельными операциями и функциями к управлению бизнес-процессами как наиболее адекватной форме реализации интегрированной логистической концепции.

Под логистическим бизнес-процессом принято понимать взаимосвязанную совокупность операций и функций, переводящих ресурсы компании в результат деятельности, задаваемый логистической стратегией фирмы.

Управление бизнес-процессами требует достаточно высокой степени организации менеджмента компании и стимулируется имеющимися корпоративными интегрированными системами ERP-класса.

Ключевые бизнес-процессы должны быть установлены (идентифицированы) на этапе стратегического планирования цепи поставок исходя из общей концепции менеджмента анализируемой организации. Поэтому УЦП часто (особенно американской школой логистики и УЦП в лице известных специалистов Д. Ламберта и Дж. Стока) трактуется как интеграция бизнес-процессов



Рис. 2.3. Взаимосвязь основных и обеспечивающих подсистем в системе логистического менеджмента

цепи создания ценности для клиента. При этом УЦП строится на интеграции восьми ключевых бизнес-процессов:

- управление взаимоотношениями с потребителями;
- обслуживание потребителей;
- управление спросом;
- управление выполнением заказа;
- *управление производственными операциями;*
- управление снабжением;
- управление дизайном продукции и его доведением до коммерческого использования;
- управление возвратными материальными потоками.

Заметим, что лишь часть из указанных бизнес-процессов имеет прямое логистическое назначение, однако если посмотреть глубже, то обнаружится, что все представленные процессы тесно взаимодействуют с логистикой и управлением цепями поставок, т. е. имеют к ним косвенное отношение.

В настоящее время нет четкого понимания логистического бизнес-процесса. И это еще раз подтверждает факт того, что логистика и УЦП — это молодые направления исследований, еще до конца не сформировавшиеся. Несмотря на это, на рынке программных продуктов в области УЦП достаточно четко зарекомендовали себя предложения по автоматизации следующих бизнес-процессов в области управления цепями поставок:

- взаимоотношения с поставщиками, клиентами и партнерами;
- управление спросом, продажами и маркетингом;
- планирование производства/операций и логистики;
- управление логистическими и финансовыми транзакциями;
- управление диспетчеризацией заказов;
- управление жизненным циклом продукта;
- управление закупками;
- управление активами.

В стратегическом планировании и УЦП рассмотренная совокупность логистических бизнес-процессов часто агрегируется в три макропроцесса цепи поставок:

- управление взаимодействиями с поставщиками (SRM — Supplier Relationship Management);
- внутрифирменное управление цепями поставок (ISCM — Internal Supply Chain Management);
- управление взаимоотношениями с потребителями (CRM — Customer Relationship Management).

**При построении эффективной логистической системы компании ее ключевые бизнес-процессы должны быть интегрированы в сквозном управлении материальными и сопутствующими потоками в цепи поставок.**

Эффективность реализации бизнес-процессов должна определяться в соответствии с ключевыми измерителями логистики и УЦП: общими затратами, временем исполнения заказа, качеством потребительского сервиса и др.

#### 2.4. Логистическая система и цепи: архитектура, декомпозиция, классификация

Объединение логистических операций и логистических функции в бизнес-процессы зависит прежде всего от вида логистической системы, т. е. от набора функциональных подсистем в конкретной логистической системе. Поэтому одним из наиболее важных понятий в логистике является понятие логистической системы.

**Логистическая система (ЛС)** — сложная организационно завершенная (структурированная) экономическая система, которая состоит из элементов-звеньев (подсистем), взаимосвязанных в едином процессе управления материальными и сопутствующими потоками, причем задачи функционирования этих звеньев объединены внутренними целями организации бизнеса и (или) внешними целями (рис. 2.4).

Логистическая система основана на продвижении материальных потоков (рис. 2.5), которое осуществляется квалифицированным персоналом с помощью разнообразной техники: транспортные средства, погрузочно-разгрузочные устройства и т. д. Так же в логистический процесс вовлечены различные здания и сооружения. Ход процесса продвижения материальных потоков и сопутствующих ему потоков зависит от степени подготовленности к процессу, в частности от производительности движущих сил, т. е. сил, которые обеспечивают прохождение грузов. Здесь учитываются аспекты, которые касаются непосредственно снабженческой логистики, распределительной, информационной. Важно отметить следующее: когда мы имеем место с движением материальных потоков, мы

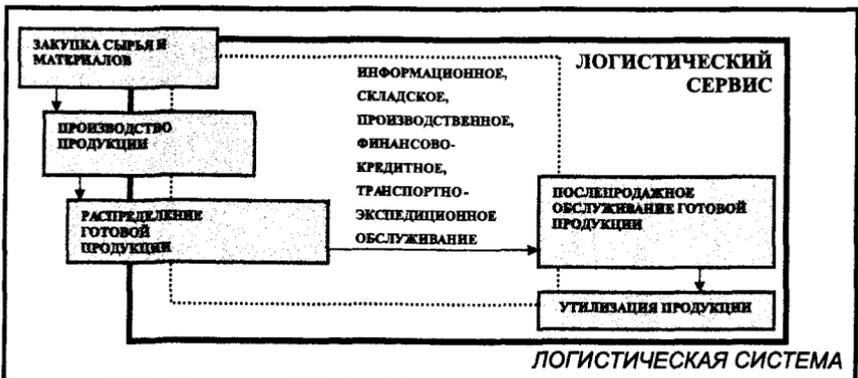


Рис. 2.4. Принципиальная схема логистической системы промышленной организации

можем просто говорить о материалопроводящей системе, которая традиционно специально не проектировалась (по крайней мере, еще до недавнего времени). Логистика позволяет решить эту задачу, т. е. спроектировать гармоничную, согласованную материалопроводящую (логистическую) систему, с заданными параметрами материальных потоков на выходе. Это позволяет нам говорить о логистической системе как о сложной организационно завершенной экономической системе.

Присутствие в логистической системе каждого из четырех свойств, характеризующих сложную систему, позволяет говорить о логистической системе как о системе вообще. Однако применительно к задачам логистики эти свойства приобретают конкретизированный характер.

1. Сложность логистической системы характеризуется такими основными признаками, как:

- наличие большого числа элементов (звеньев);
- сложный характер взаимодействия между отдельными элементами;
- сложность функций, выполняемых системой;
- наличие сложного организованного управления;
- воздействие на систему большого количества факторов внешней среды.

2. Иерархичность характеризует подчиненность элементов более низкого уровня элементам более высокого уровня.

3. Целостность и членимость (эмерджентность). Элементы логистической системы должны работать как единое целое, что и является основополагающей концепцией логистического подхода. Без логистической системы эти элементы обладают лишь потенциальной способностью к объединению и совместной работе. Таким образом, заданная цель реализуется только логистической системой в целом, а не отдельными ее элементами (звеньями, подсистемами).



Условные обозначения:  $\Rightarrow$  — движение материального потока.

Рис. 2.5. Принципиальная схема управления материальным потоком логистической системы

4. Структурированность предполагает наличие определенной организационной структуры логистической системы, состоящей из взаимосвязанных объектов и субъектов управления, реализующих заданную цель.

**Логистическая система обладает интегративными качествами, которые позволяют реализовать основную цель логистики: поставить нужный товар в определенном количестве нужного качества в нужное время в нужное место с минимальными затратами. Интегративные качества не свойственны ни одному элементу в отдельности, т. е. ни один элемент логистической системы в отдельности не сможет достичь означенных выше результатов, и, лишь действуя в одной системе, составляя единое целое, эти элементы могут проявлять себя именно с такими результатами.**

*Логистическую систему сравнивают с живым организмом: работает мозг — производим какие-либо результативные действия, вовлекая в этот процесс все органы чувств, части тела по мере необходимости и т. д. Организм способен адаптироваться, приспосабливаться к возмущениям внешней среды, реагировать на нее в том же темпе, в котором происходят события. Аналогично ведет себя хорошо отлаженная логистическая система.*

Усложнение рыночных отношений и усиление конкуренции в настоящее время приводит к трансформации логистических систем, которая выражается в следующих основных моментах:

- возрастает скорость материального потока, увеличивается интенсивность и сложность информационного потока, усложняются финансовые взаимоотношения между логистическими посредниками;
- сокращается число звеньев (агентов) логистической цепи, но сложность взаимоотношений возрастает;
- уменьшается надежность логистической цепи, так как практически исчезают запасы в производстве и дистрибутивных сетях.

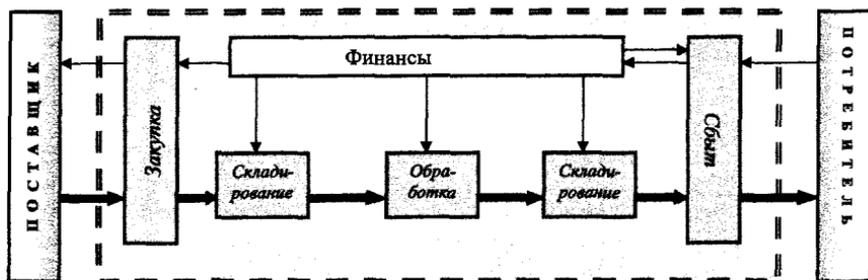
Следствием этих тенденций является увеличение потенциальной неустойчивости логистических систем. Для повышения их устойчивости и надежности при достижении стратегических целей бизнеса необходима дальнейшая интеграция как в самой логистической цепи, так и с динамической внешней средой.

Устанавливая границы логистической системы, необходимо помнить, что территориально логистическая система может быть в какой-то степени безгранична, поскольку она может занимать территорию не только базы, завода, города, региона, но может даже выходить за пределы государства. Тем не менее любая система, как мы уже отмечали, имеет свои границы. Применительно к логистической системе, для выделения границ, в качестве цели анализа был взят цикл обращения средств производства. Таким образом, на рис. 2.6 представлена схема выделения границ логистической системы.

Вначале закупаются (Ф1) средства производства. Они в виде материального потока (МП1) поступают в логистическую систему, складываются, обрабаты-

ваются, вновь хранятся и затем уходят из логистической системы в потребление (МП2) в обмен на поступающие в логистическую систему финансовые ресурсы (Ф2). Выделение границ логистической системы на базе цикла обращения средств производства получило название принципа «уплаты денег — получения денег» (рис. 2.7).

Возможность планирования различных операций и проведения анализа уровней элементов логистической системы предопределила ее разделение на макро- и микрологику. В таблице 1 представлена структура функций макро- и микрологики.



**Условные обозначения:** — — — граница логистической системы;  
 ————— материальный поток;  
 ————— поток финансовых средств.

Рис. 2.6. Выделение границ логистической системы на основе цикла обращения средств производства

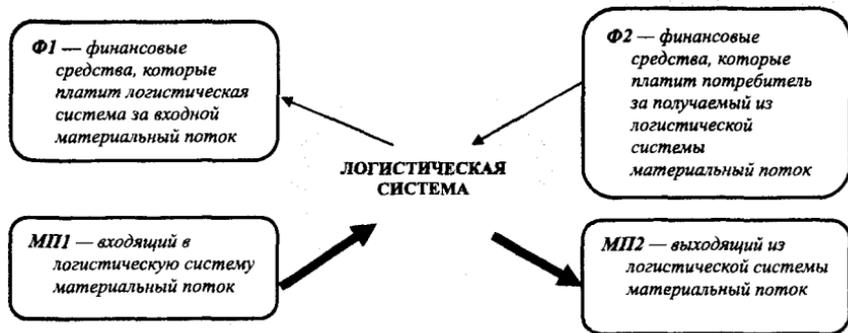


Рис. 2.7. Взаимосвязь логистической системы с окружающей средой.  
 Принцип «уплаты денег — получения денег»

Таблица 2.1

Структура функций логистики на макро- и микроуровнях

Вид логистики	Структура функций
Макрологистика	<ul style="list-style-type: none"> <li>— анализ рынка поставщиков и потребителей</li> <li>— концепция распределения и потребления</li> <li>— складирование и стратегическое размещение складов</li> <li>— виды транспорта</li> <li>— направление движения транспорта</li> <li>— процесс транспортировки</li> <li>— пункты поставки</li> <li>— схемы распределения</li> <li>— концепция поставок и производства</li> <li>— общая информационная система</li> </ul>
Микрологистика	<ul style="list-style-type: none"> <li>— уровень входных запасов</li> <li>— управление промежуточными запасами</li> <li>— уровень выходных запасов</li> <li>— перемещение изделий внутри предприятия</li> <li>— транспортно-складские и погрузочно-разгрузочные работы</li> </ul>

**Макрологистика** решает вопросы, связанные с анализом рынка поставщиков и потребителей, выработкой общей концепции закупок и распределения. Объектами, контролируемыми макрологистикой, являются юридически независимые предприятия. Взаимодействие между ними базируется на товарно-денежных отношениях и регламентируется соответствующими договорами и контрактами, имеющими правовую силу.

**Микрологистика** решает локальные вопросы отдельных фирм и предприятий. Объектами, контролируемыми микрологистикой, являются функциональные службы и подразделения одного предприятия или фирмы, подчиненные его администрации. Взаимодействие между ними базируется на бестоварных отношениях и регламентируется в административном порядке.

Таким образом, различают **макрологистическую** и **микрологистическую системы**.

**Макрологистическая система** — это крупная система управления материальными потоками, объединяющая предприятия и организации промышленности, посреднические, торговые и транспортные для достижения единой цели (рис. 2.8). Объединяемые макрологистической системой предприятия и фирмы различаются по своей специализации, масштабам, форме собственности, ведомственной принадлежности, географическому размещению и могут даже относиться к разным государствам. Макрологистическая система представляет собой определенную инфраструктуру экономики региона, страны или группы стран. В последнем случае макрологистическая система решает специфические задачи юридического и экономического характера, связанные с различиями в транспортном и промышленном законодательстве, таможенными барьерами и др.

При формировании макрологистических систем в большинстве случаев критерий минимума общих логистических издержек является определяющим. Однако зачастую критерии формирования макрологистической системы определяются экологическими, социальными, военными, политическими и другими целями.

В макрологистических системах, как правило, решаются следующие задачи:

- формирование межотраслевых материальных балансов;
- размещение на заданных территориях складских комплексов общего пользования, грузовых терминалов, диспетчерских (логистических) центров;
- организация транспортировки и координации работы различных видов транспорта в транспортных узлах;
- оптимизация административно-территориальных распределительных систем для многоассортиментных материальных потоков и т. п.



Условные обозначения:  — элемент логистической системы;  
 — связи между элементами.

Рис. 2.8. Макрологистическая система

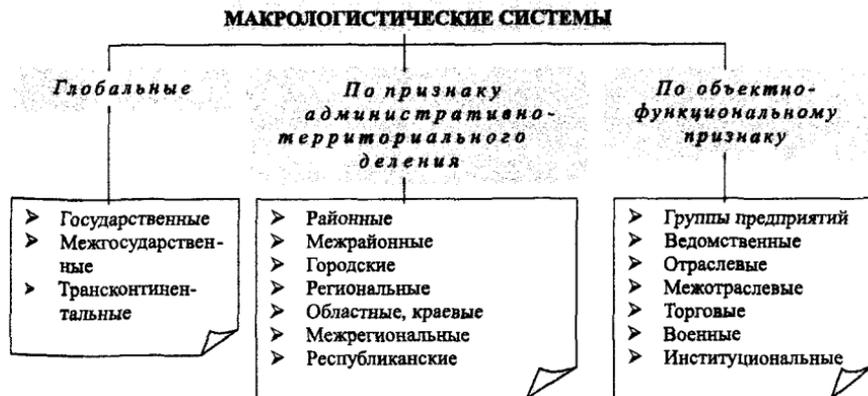


Рис. 2.9. Классификация макрологистических систем

Макрологистические системы также классифицируются по трем признакам (рис. 2.9):

- по признаку административно-территориального деления;
- по объектно-функциональному признаку;
- по степени глобализации систем.

Выделяют также макрологистические системы с различными видами связи (рис. 2.10):

- системы с прямыми связями — А;
- эшелонированные системы — Б;
- системы с гибкой связью — В.

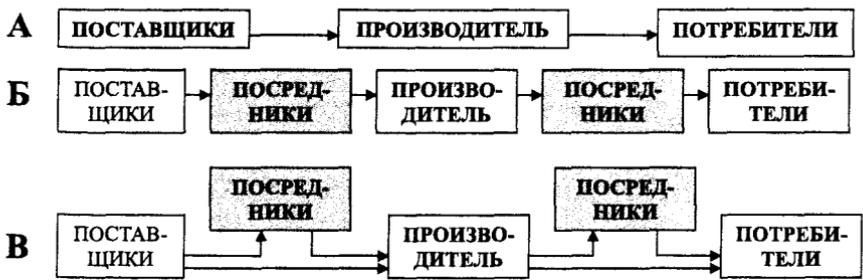


Рис. 2.10. Структуры различных вариантов связей в макрологистических системах

**Микрологистические системы** являются подсистемами, структурными составляющими макрологистических систем. К ним относятся различные производственные и торговые предприятия, территориально-производственные комплексы, т. е. это технологически связанные производства, объединенные единой инфраструктурой.

**Микрологистические системы** относятся к определенной организации бизнеса, например к фирме — производителю товара (ассортимента товаров), и предназначены для оптимизации материальных и связанных с ними потоков (информационных, финансовых) в процессе производства и (или) снабжения и сбыта.

На микроуровне логистическая система может быть представлена в виде следующих основных подсистем: *закупка* — подсистема, которая обеспечивает поступление материального потока в логистическую систему; *планирование и управление производством* — эта подсистема принимает материальный поток от подсистемы закупок и управляет им в процессе выполнения различных технологических операций, превращающих предмет труда в продукт труда; *сбыт* — подсистема, которая обеспечивает выбытие материального потока из логистической системы (рис. 2.11).

В пределах одной микрологистической системы решаются следующие задачи:

- планирование и контроль уровня входных запасов;

- планирование и контроль уровня промежуточных запасов;
- планирование и контроль уровня запасов готовой продукции;
- планирование, управление реализацией;
- планирование перемещений изделий в процессе производства внутри промышленных предприятий;
- управление выполнением транспортно-складских и погрузочно-разгрузочных работ.



Рис. 2.11. Микрологистическая система

Различают три вида микрологистических систем (рис. 2.12).

**Внутренние** (внутрипроизводственные) — оптимизируют управление материальными потоками в пределах технологического цикла производства продукции.

**Внешние** — решают задачи, связанные с управлением и оптимизацией материальных и сопутствующих потоков от их источников к пунктам назначения вне производственного технологического цикла.

**Интегрированные** микрологистические системы. С точки зрения интегральной парадигмы логистики границы микрологистической системы здесь определяются производственно-распределительным циклом, который включает: процессы закупки материальных ресурсов и организации снабжения, внутрипроизводственные логистические функции, логистические операции в распределительной системе, при организации продаж готовой продукции потребителям и послепродажном сервисе. Логистический менеджмент в интегрированной логистической системе представляет собой такой управленческий подход к организации работы фирмы и ее логистических партнеров (посредников), который обеспечивает наиболее полный учет временных и пространственных факторов в процессах оптимизации управления материальными, финансовыми и информационными потоками для достижения стратегических и тактических целей фирмы на рынке. Иногда внутрипроизводственные и внешние логистические системы рассматривают как подсистемы интегрированной логистической системы.

**Звеном логистической системы (ЗЛС)** называется некоторый экономически и (или) функционально обособленный объект, выполняющий свою локальную цель, связанную с определенными логистическими операциями или функциями.

В звеньях логистической системы материальные и другие сопутствующие потоки могут сходиться, разветвляться, дробиться, изменять свое содержание, параметры, интенсивность и т. п. Таким образом, звенья логистической системы могут быть трех типов: **генерирующие, преобразующие и поглощающие.**

*В качестве звеньев логистической системы могут выступать предприятия — поставщики материальных ресурсов, производственные предприятия и их подразделения, сбытовые, торговые посреднические организации разного уровня, транспортные и экспедиционные предприятия, биржи, банки и другие финансовые учреждения, предприятия сервиса и т. п.*

*Рассмотрим пример логистической системы компании «СКл» и ее отдельных звеньев (рис. 2.13). Компания «СКл» образовалась в 1994 году и сегодня является одним из ведущих поставщиков итальянской керамической плитки на российский рынок. По своей сути компания является торгово-посреднической организацией.*

*Логистическая система «СКл» представлена производителями керамической плитки в Италии, логистическим посредником (посредник по оказанию транспортно-экспедиционных услуг и услуг по таможенному оформлению груза), собственными*

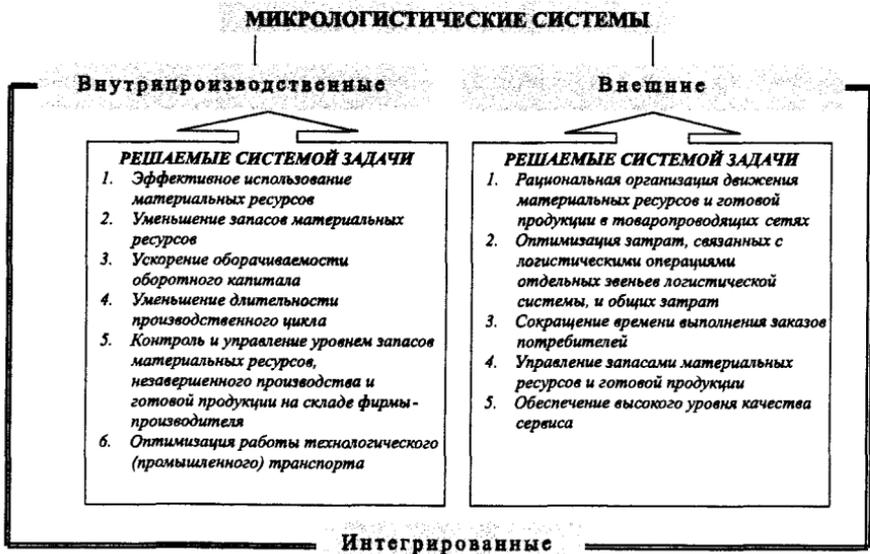


Рис. 2.12. Классификация микрологистических систем



Рис. 2.13. Логистическая система компании «СКЛ»

подразделениями, куда входят: головной офис, где сосредоточены отделы закупок, продаж, маркетинга и другие, московский и региональные склады, а также клиенты (заказчики), объединенные под единым управлением логистической службы. Таким образом, звеньями ЛС будут выступать: отдел логистики головной компании, поставщики продукции, транспортный посредник, таможенный брокер, склады «СКЛ» и клиенты. При этом в качестве клиентов у компании выступают как конечные потребители, так и торговые посредники — местные и региональные дилеры.

Звенья логистической системы состоят из элементов.

**Элемент логистической системы** — неделимая в рамках поставленной задачи анализа и проектирования логистической системы часть логистического звена.

**Выделение элементов является высшим уровнем декомпозиции логистической системы и вызвано, в частности, такими причинами, как необходимость обособления операции или совокупности операций с целью оптимизации ресурсов, автоматизации процессов управления компании, построения модели предприятия или его структурного подразделения, моделирования бизнес-процессов, закрепление за операцией конкретного исполнителя или технического устройства, формирования системы учета, контроля и мониторинга логистического плана и др.**

*Рассмотрим в качестве звена логистической системы коммерческую службу небольшого производственного предприятия (например, предприятия по производству краски для пищевой промышленности). Декомпозируя это звено, можно выделить следующие элементы: служба закупок (2 чел.), отдел продаж (3 чел.), служба маркетинга (1 чел.), складское хозяйство (2 чел.), водители (2 чел.), подвижной состав (2 машины). Это достаточно простой пример, демонстрирующий узкоспециализированное производство и несложность иерархических горизонтальных и вертикальных связей. Однако чем сложнее связи в ЛС, тем результативнее может оказаться поэлементный анализ в отношении оптимизации логистической деятельности.*

*Представим, что в данном случае, при анализе коммерческой деятельности предприятия, было выявлено: транспортные издержки составляют более 70% от всех коммерческих затрат. Поэлементный разбор системы даст нам возможность определить причины такой ситуации. Возможно, загрузка транспорта при транспортировке грузов осуществляется нерационально, в том числе много порожнего пробега, отсутствует моделирование и оптимизация транспортных маршрутов, используются транспортные средства с большим потреблением топлива и др.*

С внедрением и развитием УЦП наряду с понятием логистической системы в западной и отечественной литературе повсеместно используется понятие логистической цепи. Логистическая цепь может быть представлена как последовательность потоков между узлами (звеньями), связанными единым бизнес-процессом. Таким образом, можно дать следующее определение цепи поставок.

**Логистическая цепь (ЛЦ)** — это множество звеньев логистической системы, упорядоченных (оптимизированных) по материальному (информационному,

финансовому) потоку с целью проектирования и реализации отдельных бизнес-процессов, направленных на реализацию нужд и запросов потребителей.

Рассмотрим пример логистической цепи, который представлен на рис. 2.14. По существу, эта логистическая цепь представляет собой цепь сбыта (дистрибуции) готовой продукции фирмы-производителя. С позиции логистического менеджмента продавец, перевозчик и покупатель являются линейно связанными звеньями. При этом каждое звено выполняет те или иные логистические операции, причем в данной цепи, например, операцию погрузки груза может выполнять как производитель, так и перевозчик. Поэтому задача логистического менеджера — определить, какой из альтернативных вариантов является наиболее выгодным с точки зрения затрат при одинаковых условиях качества и времени выполнения операции.

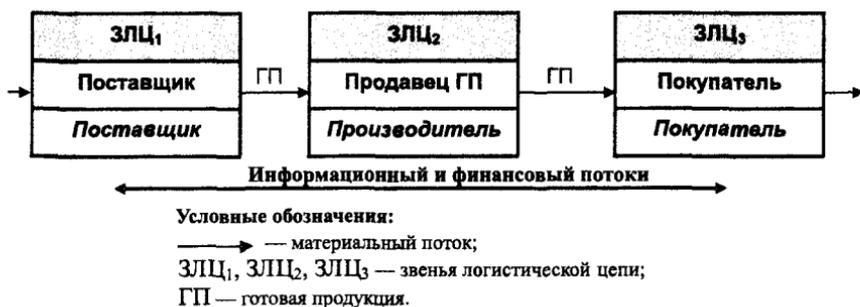


Рис. 2.14. Простая логистическая цепь

В отношении цепи поставок существует три варианта ее сложности: **прямая (или простая) цепь поставок**, **расширенная цепь поставок** и **максимальная цепь поставок**.

**Прямая цепь поставок** состоит из центральной компании (как правило, производственной или торговой), поставщика и покупателя. При этом центральная (фокусная) компания определяет структуру цепи и управляет взаимоотношениями с контрагентами по бизнесу.

**Расширенная цепь поставок** включает дополнительно поставщиков и потребителей второго уровня, т. е. тех контрагентов, которые напрямую с центральной компанией не контактируют, а контактируют с ее ближайшими партнерами.

**Максимальная цепь поставок** состоит из центральной организации и всех ее контрагентов, вплоть до поставщиков исходного сырья и природных ресурсов на входе и конечных потребителей на выходе.

В экономической литературе встречается также понятие **логистической сети**, что вполне можно определить как полное множество звеньев логистической цепи, взаимосвязанных между собой по материальным и сопутствующим потокам в рамках управления логистической системой и цепями поставок.

## 2.5. Основные концепции управления логистическими системами

**Концепция** — совокупность понятий и связей между ними, определяющая основные направления развития и свойства какого-либо явления.

Наиболее широко распространенной в мире является концепция «точно в срок» (just-in-time, JIT).

**Концепция «точно в срок»** — это современная концепция построения логистической системы в производстве (операционном менеджменте), снабжении и дистрибуции, основанная на синхронизации процессов доставки материальных ресурсов и готовой продукции в необходимых количествах к тому времени, когда звенья логистической системы в них нуждаются, с целью минимизации затрат, связанных с созданием запасов.

*Появление концепции «точно в срок» относится к концу 50-х годов, когда японская компания Toyota Motor, а затем и другие автомобилестроительные фирмы Японии начали активно внедрять логистическую систему КАМБАН (KANBAN). Название этой концепции несколько позже дали американцы, попытавшиеся также использовать этот подход в автомобилестроении. Первоначальным лозунгом концепции «точно в срок» было потенциальное исключение запасов материалов, компонентов и полуфабрикатов в производственном процессе сборки автомобилей и их основных агрегатов. Исходной постановкой было то, что если производственное расписание задано (абстрагируясь пока от спроса или заказов), то можно так организовать движение материальных потоков, что все материалы, компоненты и полуфабрикаты будут поступать в необходимом количестве, в нужное место (на сборочное место в конвейере) и точно к назначенному сроку для производства или сборки готовых изделий. При такой постановке страховые запасы, иммобилизирующие денежные средства фирмы, оказывались не нужными. Таким образом, концепция «точно в срок» была основана на синхронизации таких логистических функций, как снабжение и производство. В дальнейшем эта концепция была успешно применена и в системах сбыта готовой продукции.*

Логистические системы, использующие принцип концепции «точно в срок», являются **тянущими системами**, в которых размещение заказов на пополнение запасов материальных ресурсов или готовой продукции происходит, когда количество их в определенных звеньях логистической системы достигает критического уровня. При этом запасы «вытягиваются» по распределительным каналам от поставщиков материальных ресурсов или в системе дистрибуции фирмы. В концепции «точно в срок» существенную роль играют следующие элементы:

- спрос, определяющий дальнейшее движение сырья, материалов, компонентов, полуфабрикатов и готовой продукции;
- концентрация основных поставщиков материальных ресурсов вблизи главной фирмы, осуществляющей процесс производства или сборки готовой продукции;

- надежность поставщиков, так как любой сбой поставки может нарушить производственное расписание (о том, насколько важна надежность поставщиков, говорит тот факт, что американские и европейские производители смогли внедрить концепцию «точно в срок» только через 10–15 лет после японцев в основном из-за низкой надежности поставок);
- качество продукции (японские автомобилестроители радикально изменили подход к контролю и управлению качеством, что впоследствии вылилось в философию всеобщего управления качеством — управления качеством на всех стадиях производственного процесса и последующего сервиса);
- точность информации и прогнозирования, для чего необходима работа с надежными телекоммуникационными системами и информационно-компьютерной поддержкой;
- повышенная трудовая ответственность и высокая трудовая дисциплина всего персонала.

*Как уже отмечалось, одной из первых попыток практического внедрения концепции «точно в срок» являлась система КАНБАН, на внедрение которой от начала разработки у фирмы Toyota Motor ушло около 10 лет. Такой длительный срок был связан с тем, что сама система КАНБАН не могла работать без существующего логистического окружения концепции «точно в срок», перечисленные элементы которой рассмотрены выше.*

*Микрологистическая система КАНБАН, впервые была применена корпорацией Toyota Motor в 1972 г. на заводе «Такахама» (г. Нагоя, Япония). Сущность системы КАНБАН заключается в том, что все производственные подразделения завода снабжаются МР только в том количестве и к тому сроку, которые необходимы для выполнения заказа, заданного подразделением-потребителем. Таким образом, в отличие от традиционного подхода к производству структурное подразделение-потребитель не имеет жесткого графика производства, а оптимизирует свою работу в пределах заказа подразделения фирмы, осуществляющего операции на последующей стадии производственно-технологического цикла.*

Одной из наиболее популярных в мире является концепция «планирование потребностей/ресурсов» (*requirements/resource planning, RP*). Концепцию RP часто противопоставляют концепции «точно в срок», имея в виду, что на ней базируются логистические системы «толкающего» типа. Для микрологистической системы «толкающего» типа характерно производство деталей, компонентов, полуфабрикатов и сборка из них готовой продукции в соответствии с жестко заданным производственным расписанием. В результате МР, незавершенное производство как бы «выталкивается» с одного звена внутривнутрипроизводственной ЛС на другое, а затем ГП — в дистрибутивную сеть. В такой системе предотвратить сбой в производственном процессе, а также учесть изменение спроса можно только путем создания избыточных производственных и (или) страховых запасов между ЗЛС, которые называются обычно буферными запасами. Наличие таких запасов замедляет оборачиваемость оборотных средств фирмы, увеличивает себестоимость производства ГП, но обеспечивает большую устойчивость ЛС

при резких колебаниях спроса и ненадежности поставщиков МР по сравнению с ЛС, основанной на концепции «точно в срок».

Базовыми системами, основанными на концепции «планирование потребностей/ ресурсов», в производстве и снабжении являются системы **планирования потребности в материалах/производственного планирования потребностей в ресурсах (MRP I — Manufacturing Requirements Planning/MRP II — Manufacturing Resource Planning)**, а в дистрибуции — системы **планирования распределения продукции/ресурсов (DRP I — Distribution Requirements Planning/DRP II — Distribution Resource Planning)**.

MRP-системы оперируют с материалами, компонентами, полуфабрикатами и их частями, спрос на которые зависит от спроса на ГП. Логистическая концепция, заложенная в эти системы, появилась достаточно давно, в 50-е годы, однако ее реализация стала осуществима только с появлением быстродействующих компьютеров.

Основными целями MRP-систем являются:

- удовлетворение потребности в материалах, компонентах и продукции для планирования производства и доставки потребителям;
- поддержание низких уровней запасов МР, НЗП, ГП;
- планирование производственных операций, расписаний доставки, закупочных операций.

В процессе реализации этих целей MRP-система обеспечивает поток плановых количеств МР и запасов продукции за время, используемое для планирования. Система MRP начинает свою работу с определения, сколько и в какие сроки необходимо произвести конечной продукции. Затем система определяет время и необходимые количества МР для удовлетворения потребностей производственного расписания.

Функционирование DRP-систем базируется на потребительском спросе, который не может контролироваться фирмой, поэтому неопределенная внешняя среда накладывает дополнительные требования и ограничения в политике управления запасами ГП в дистрибутивных сетях, в отличие от систем MRP, где производственное расписание контролируется фирмой — изготовителем ГП и поэтому условия более определены. DRP-системы планируют и регулируют уровни запасов на базах и складах фирмы в собственной товаропроводящей сети сбыта или у оптовых торговых посредников.

DRP-системы представляют собой график (расписание), который координирует весь процесс поставки и пополнение запасов ГП в дистрибутивной сети. Для этого формируются расписания для каждого звена ЛС, связанного с формированием запасов ГП, которые после интегрируются в общее требование для пополнения запасов ГП на складах фирмы или оптовых посредников. DRP-системы позволяют достичь некоторых конкурентных преимуществ в маркетинге и логистике, а именно: улучшить уровень сервиса за счет уменьшения времени доставки ГП и удовлетворения ожиданий потребителей, улучшить продвижение новых товаров на рынок, улучшить координацию управления запасами ГП и т. п.

Подробнее о логистических системах КАНБАН, MRP, DRP будет идти речь в нижеследующих главах.

В последние годы на многих западных фирмах при организации производства и в оперативном менеджменте получила распространение логистическая концепция **стройного производства («тошего производства», LP — Lean production)**. Эта концепция по существу является развитием концепции «точно в срок» и включает в себя элементы логистических систем КАНБАН и MRP. Сущность внутрипроизводственной логистической концепции «стройного производства» выражается в творческом соединении следующих основных компонентов: высокого качества, небольшого размера производственных партий, низкого уровня запасов, высококвалифицированного персонала, гибких производственных технологий.

Основные цели концепции «стройного производства»:

- высокие стандарты качества продукции;
- низкие производственные издержки;
- быстрое реагирование на изменение потребительского спроса;
- малое время переналадки оборудования.

Концепция «стройного производства» частично основывается на принципе «тянущих систем». Применительно к этой концепции данный принцип означает: отсутствие складов, только минимальные запасы на полках, все запасы — на рабочих местах, т. е. следует использовать только те компоненты, которые необходимы для удовлетворения заказа потребителей.

В зарубежной практике среди прочих логистических концепций за последнее десятилетие большое распространение получили различные варианты **концепции «реагирования на спрос» (demand-driven techniques — DDT)**. Эта концепция в основном разрабатывалась как модификация концепции RP в плане улучшения реакции на изменение потребительского спроса. Наиболее известными являются четыре варианта этой концепции:

- концепция «точки заказа (перезаказа)» (re-order point — ROP);
- концепция «быстрого реагирования» (quick response, QR);
- концепция (логистическая стратегия) «непрерывного пополнения запасов» (continuous replenishment, CR);
- концепция «автоматического пополнения запасов» (automatic replenishment, AR).

## 2.6. Объекты и субъекты управления логистическими системами и УЦП

Несмотря на достаточно широкий спектр подходов к определению логистики и УЦП, ясно одно, что основным объектом исследования, управления и оптимизации является материальный поток, а информационные, финансовые и сервисные потоки рассматриваются в подчиненном плане.

**Материальный поток (МП)** — это находящиеся в состоянии движения материальные ресурсы, незавершенное производство и готовая продукция, к которым

применяются логистические операции или функции и которые связаны с физическим перемещением в пространстве (погрузка, разгрузка, перевозка, затаривание продукции, разукрупнение и т. п.).

Под **материальными ресурсами (МР)** понимаются предметы труда: сырье, основные и вспомогательные материалы, полуфабрикаты, комплектующие изделия, сборочные единицы, топливо, запасные части, предназначенные для ремонта и обслуживания технологического оборудования и других основных фондов, отходы производства.

**Незавершенное производство (НЗП)** — это продукция, не законченная производством в пределах данного предприятия.

**Готовая продукция (ГП)** — это продукция, полностью прошедшая производственный цикл на данном предприятии, полностью упакованная, прошедшая технический контроль, сданная на склад или отгруженная потребителю (торговому посреднику).

Приведенные определения в известном смысле условны, так как сырье и полуфабрикаты также могут быть готовой продукцией, а готовая продукция в свое время — материальными ресурсами для других товаропроизводителей.

Материальный поток характеризуется определенным набором параметров: номенклатура, ассортимент и количество продукции, габаритные характеристики, весовые характеристики, физико-химические характеристики груза, характеристики тары/упаковки и т. п.

В табл. 2.2 приведена классификация МП в логистике.

Таблица 2.2

#### Классификация материальных потоков

Классификационный признак	Виды материальных потоков грузоединиц
Отношение к логистической системе	<ul style="list-style-type: none"> <li>• внешний МП</li> <li>• внутренний МП</li> <li>• входной МП</li> <li>• выходной МП</li> </ul>
Состав материальных ценностей	<ul style="list-style-type: none"> <li>• одноассортиментный МП</li> <li>• многоассортиментный МП</li> </ul>
Масштабность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• массовый МП</li> <li>• крупный МП</li> <li>• средний МП</li> <li>• мелкий МП</li> </ul>
Характер и массивность грузоединиц	<ul style="list-style-type: none"> <li>• тяжеловесный МП</li> <li>• легковесный МП</li> </ul>
Степень совместимости грузоединиц потока	<ul style="list-style-type: none"> <li>• совместимый МП</li> <li>• несовместимый МП</li> </ul>
Консистенция грузоединиц потока	<ul style="list-style-type: none"> <li>• МП насыпных грузов</li> <li>• МП наволочных грузов</li> <li>• МП товарно-штучных грузов</li> <li>• МП наливных грузов</li> </ul>

*Очевидно, что достаточно большое количество характеристик МП предопределяет специфический подход и индивидуальную классификацию для каждой отдельно*

*взятой логистической системы. Например, для ж/д предприятия особенно важны следующие характеристики МП: объемный показатель, масса груза, физико-химические свойства и характеристики тары. Менее важен ассортимент перевозимой продукции. Для предприятия розничной торговли, напротив, номенклатура и ассортимент продукции имеет первостепенное значение и т. п.*

Материальный поток может быть охарактеризован такими показателями, как **интенсивность** (другие аналогичные показатели — скорость, плотность и т. п.). Под интенсивностью материального потока понимается количество объемных или массовых показателей (единиц) продукции, поступающей на вход логистической системы в единицу времени. Исходя из этого возможны следующие **размерности МП**: т/год, шт./ч, ед./сутки, п.м./час, кв.м/год и др.

С каждым из вышеуказанных параметров связан определенный объем информации и со многими параметрами — **финансовые показатели (издержки, цены, тарифы)**, а также разного рода ограничения. Однако следует иметь в виду, что зачастую во временном и пространственном аспектах информационные и финансовые потоки могут не совпадать с материальными потоками.

**Информационный поток (ИП)** — это совокупность сообщений в речевой, документарной, электронной и других формах между звеньями ЛС или логистической системой и внешней средой, предназначенных для реализации логистических функций.

Информационный поток имеет свои показатели. Основным количественным показателем ИП является объем информации (байт) и плотность информационного потока (**бит/сек — бод**).

**Финансовый поток (ФП)** — это совокупность денежных средств, ценных бумаг и других финансовых активов, формируемых вне и в логистической системе для обслуживания материальных потоков.

Финансовый поток измеряется, как правило, в стоимостном выражении (например, оборот).

**Сервисный поток** — это поток услуг, оказываемых участникам логистической цепи по продвижению материального потока.

Существует множество показателей сервисного потока. Основными качественными показателями являются доступность, функциональность и надежность сервиса, а количественными — объем услуг в стоимостном или натуральном выражении.

Более подробно о сопутствующих потоках речь будет идти в последующих главах.

**Субъектом управления в логистике являются структурируемые элементы и отдельные исполнители, реализующие логистические функции в полной цепи поставок.**

Сегодня существует три варианта организации управления логистической системой и SCM:

- централизованный;

- децентрализованный;
- специализированный (аутсорсинг логистических функций).

При **централизованном варианте** организации вся деятельность по логистике сосредоточена в одном управлении (подразделении) и подчиняется непосредственно высшему руководству компании через заместителя директора (вице-президента) по логистике (рис. 2.15).

К преимуществам централизованного способа управления можно отнести возможность обеспечения высокой эффективности работ по логистике, а к недостаткам — высокие затраты на содержание аппарата управления.

При **децентрализованном способе** логистические функции разобщены по разным структурным подразделениям, отсутствует централизация управления (рис. 2.16).



Рис. 2.15. Организационная структура предприятия при централизованном способе организации логистических услуг



Рис. 2.16. Организационная структура предприятия при децентрализованном способе организации логистических услуг

В качестве преимуществ можно выделить высокий уровень знаний предметной области менеджера по логистике в отдельных функциональных подсистемах, в качестве недостатков — дублирование задач и функций, слабая координация.

**Аутсорсинг логистических функций** — это передача сторонней организации (контрактору или аутсорсеру) полностью или частично функций по логистическому обслуживанию материального и сопутствующих потоков (логистического сервиса). О логистическом аутсорсинге речь пойдет в следующем параграфе.

До 50-х годов функции, которые сегодня считаются логистическими, обычно рассматривались как сопутствующие или вспомогательные. Организационно ответственность за логистическую деятельность распределялась между различными подразделениями или сотрудниками фирмы. Эта фрагментарность часто означала отсутствие перекрестной координации разных логистических операций, что приводило к дублированию действий и излишним затратам. Информация была неполной или недостоверной, распределение обязанностей, как правило, оставалось нечетким. Руководители, осознав необходимость в контроле за общими издержками, принимались реорганизовывать и объединять логистические функции в единую управленческую группу. Так появились интегрированные логистические структуры, которые просуществовали до 80-х годов. К этому времени стало ясно, что агрегирование функций не в состоянии обеспечить оптимальный механизм интеграции логистики. Таким образом, наметился переворот в представлениях, где акцент сместился с функций на процесс. Это привело к пониманию того, как лучше наладить интегрированную логистическую деятельность, т. е. ключевым стал вопрос не о том, как организовать выполнение отдельных функций, а о том, как лучше руководить целостным логистическим процессом. Начали появляться стимулы и благоприятные возможности для функционального дезагрегирования в сочетании с интеграцией на основе информационных технологий, использование которых позволяет распределить ответственность за выполнение интегрированной деятельности в масштабах всей организации. Можно выделить **пять стадий развития логистического администрирования**, в основе разделения которых лежит относительное равновесие функционального агрегирования и информационной интеграции.

Рисунок 2.17 иллюстрирует *традиционную организационную структуру* с разделенными логистическими функциями (на этой условной схеме представлены только те функции, которые непосредственно связаны с выполнением логистических операций).

Рисунок 2.18 характеризует организационную стадию 1, для которой характерна группировка отдельных логистических функций (например, управление поставками материалов). Таким образом, как правило, сначала в операционные блоки объединяются две или более логистические функции без существенных изменений в общей организационной иерархии.

Развитие первой стадии пришлось на конец 50-х годов. Но это не означает, что современные предприятия не прибегают к такой организации. Как правило, многие фирмы отталкиваются от такой структуры и с развитием своей деятельности совершенствуют организационные построения согласно следующим стадиям.



Рис. 2.17. Традиционная организация функций, относящихся к логистике



Рис. 2.18. Организация логистического управления: стадия 1

Когда компания в целом набирается опыта работы на основе объединения логистических функций и в полной мере оценивает связанную с этим выгоду (от снижения издержек), начинается *вторая стадия* организационной перестройки. Развитие второй стадии организации логистического управления пришлось на конец 60-х — начало 70-х годов (рис. 2.19).

Для *стадии 2* характерно организационное выделение логистики как самостоятельной службы, сопровождаемое повышением ее статуса, полномочий и ответственности. Мотивация к этому проста: перемещение логистики на более высокий организационный уровень увеличивает возможности ее стратегического влияния на деятельность компании в целом. Однако, поскольку функциональное агрегирование является здесь еще доминирующим, высшие позиции занимает та группа логистических функций, которая приоритетна для данного вида хозяйственной деятельности.

На рисунке представлен пример, где физическое распределение занимает более высокую иерархическую ступень, однако, если у предприятия стоимость сырья составляет значительную часть общих издержек, скорее всего, на высший иерархический уровень станет функциональная группа «управление поставками материалов». На стадии 2 концепция полностью интегрированного логисти-

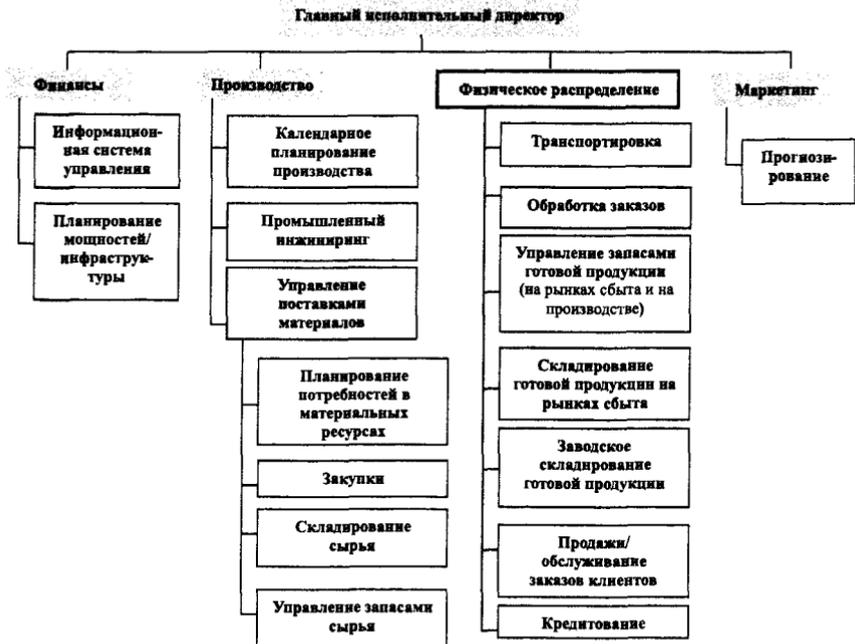


Рис. 2.19. Организация логистического управления: стадия 2

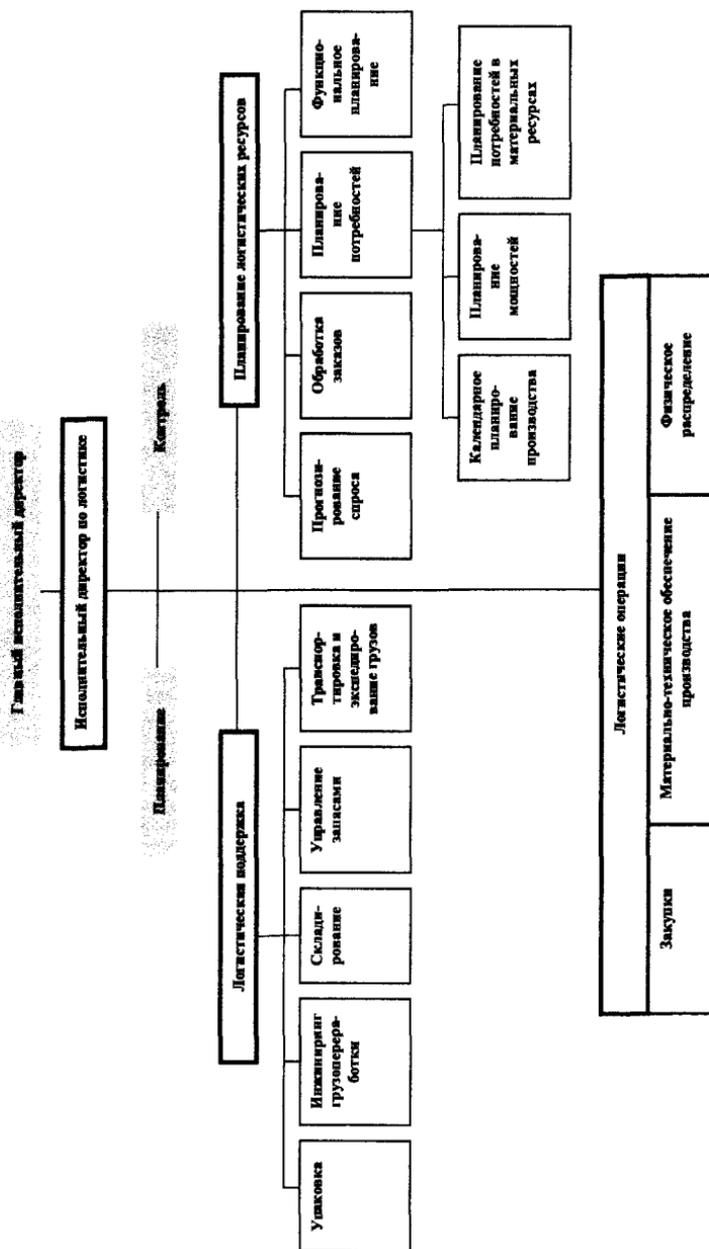


Рис. 2.20. Организация логистического управления: стадия 3

ческого управления так и остается нереализованной, однако организационная стадия 2 повсеместно встречается в современной промышленности и вполне может считаться наиболее освоенным подходом к логистическому обеспечению.

Признаки организационной *стадии 3* появились в 80-х годах. На этой стадии организация характеризуется стремлением к объединению всех логистических функций и операций под единым руководством (рис. 2.20). Цель состоит в стратегическом управлении всеми товарно-материальными потоками и запасами ради максимизации прибыли предприятия в целом. Стадия 3 до сих пор остается редкостью.

Переходу к организационной стадии 3 способствовало бурное развитие логистических информационных систем. Информационные технологии усилили возможности планирования и оперативного управления структурами, в рамках которых достижима полная интеграция логистических операций.

*Стадия 4* характеризуется переходом от вертикальной организационной структуры к горизонтальной. Дело в том, что независимо от агрегирования или дезагрегирования функций организации стремятся максимально сосредоточить свои усилия на управлении, ориентированном на процесс. Впервые такая процессно ориентированная горизонтальная структура управления была предложена консультантами компании McKinsey (рис. 2.21).



Рис. 2.21. Горизонтальная организационная структура управления: стадия 4

Горизонтально ориентированные организационные структуры ЛС отличаются от обычных вертикальных иерархических структур следующими основными признаками:

- организационным построением вокруг процесса;
- выровненной по уровням иерархичностью;
- использованием персонала каждого горизонтального уровня для решения всех возникающих проблем;
- привлечением потребителей для решения поставленной задачи;
- максимальными связями между звеньями ЛС;
- высоким уровнем информированности персонала;
- непрерывным повышением квалификации персонала;
- поощрением инициативы персонала по совершенствованию менеджмента.

*Стадия 5* характеризуется тем, что формализованная административно-командная иерархия может быть заменена неформальной электронной сетью, которую часто называют *виртуальной организацией/предприятием (ВП)*. Понятием «виртуальный» характеризуют нечто существующее, но не имеющее формальных очертаний. Однако понятно, что полностью виртуальное, т. е. не имеющее базовых структур в реальном физическом пространстве, конечно, не может существовать. Главное в этом явлении — это построение интенсивного взаимодействия реально существующих подразделений и специалистов различных предприятий в виртуальном пространстве, реализованном на основе новейших информационных и коммуникационных технологий.

Таким образом, ВП является одной из наиболее интересных стратегических форм развития и оптимизации деятельности предприятий на основе информационных и коммуникационных технологий. ВП — это сеть взаимодействующих рабочих мест, находящихся в различных географических точках. Эти места (сотрудники) участвуют в разработке совместных проектов (или ряда взаимных проектов), находясь между собой в отношениях партнерства, сотрудничества или кооперации.

В заключение разговора об управлении приведем некоторую статистику. На середину 90-х годов 42% американских и канадских компаний находились на первой стадии организации логистических операций, 38% — на второй, 20% — на третьей. В России о логистике стали говорить лишь в конце 90-х годов, поэтому ситуация с организационным выделением логистических операций под единую координацию совершенно иная, но уже сегодня многие процветающие современные компании имеют в своей структуре отдел логистики (службу, департамент), что говорит не только о быстром копировании западного опыта, но и о целесообразности принятия такого решения с точки зрения оптимизационных процессов.

*Необходимость создания службы логистики была вызвана различными причинами: низкой степенью координации между подразделениями компании (согласно опросу, проведенному на Международном Московском логистическом форуме в 2003 году, 64% участников опроса согласились, что это одна из основных причин*

создания отдела); неконтролируемый рост издержек (35% опрошенных); недополучение прибыли (12% опрошенных) и др. Реорганизация отечественных компаний (в плане логистической ориентации организации процессов) проходит во многих случаях болезненно, и это связано не только с экономической обстановкой в стране, но и с российским менталитетом. Согласно тому же опросу, 27% компаний столкнулись с резко отрицательным поведением других отделов (снабжения, сбыта, транспорта и др.) в связи с созданием отдела логистики. Это связано и с консервативностью многих работающих в российских компаниях, не желающих идти на какие-либо изменения, и с боязнью потерять контроль над сферой своей деятельности (об этом мы уже говорили в первой главе), и с рядом других обстоятельств. Однако большая часть ответов все же была позитивной, что говорит о положительной тенденции. При этом необходимо отметить, что 44% опрошенных компаний процесс формирования отдела логистики еще не закончили, а некоторые фирмы (например, «Москва-Макдоналдс») реорганизацию проводили уже не раз, постоянно находясь в поиске оптимальной организации логистического управления<sup>1</sup>.

**Не существует универсальной структуры логистического управления. Две фирмы, борющиеся за одних и тех же потребителей, могут избрать совершенно разные формы организации работы. Каждая будет искать единственные в своем роде возможности для удовлетворения запросов ключевых потребителей. Каждая будет стремиться к достижению особых конкурентных преимуществ. Очевидно одно: используемые организационные формы претерпевают в наши дни беспрецедентные изменения, приспосабливаясь к требованиям бизнеса.**

<sup>1</sup> См.: Логинфо. 2003. № 4.

## ГЛАВА 3

### Аутсорсинг логистических функций и бизнес-процессов

#### 3.1. Концепция логистического аутсорсинга

Аутсорсинг логистических функций и бизнес-процессов состоит в использовании для реализации логистической деятельности компании услуг внешней организации — логистического аутсорсера или провайдера (оператора) (*Logistic Service Providers, LSP, 3PL, TPL*). Аутсорсинг логистических функций иначе называют *контрактной логистикой*.

**В основе аутсорсинга логистических функций лежит стремление организаций к сокращению логистических затрат, а также желание сконцентрироваться на основных видах деятельности.**

Логистические функции не являются основным видом деятельности компаний — производителей продукции и в соответствии с логикой эффективного управления должны быть вынесены «за пределы» организации. При этом использование услуг логистических провайдеров, располагающих необходимыми ресурсами и обладающих необходимыми компетенциями (технология, ноу-хау, специальное оборудование, подготовленные кадры), приводит не только к снижению уровня общих затрат, но и к качественному повышению уровня обслуживания конечного потребителя. Сочетание инструментов логистики и аутсорсинга создает организации необходимые для успешного функционирования в условиях современного рынка конкурентные преимущества. Такой подход к реализации логистических функций и бизнес-процессов получил название концепции логистического аутсорсинга.

Аутсорсинг логистических функций на примере сбыта готовой продукции показан на рис. 3.1.

Многие организации не отказываются от выполнения логистических функций самостоятельно, так как уже располагают необходимым складским хозяйством и транспортом. Реструктуризация активов компаний в комплексе с аутсорсингом представляют собой выход из сложившейся ситуации: привлечение услуг логистического провайдера может оказаться выгоднее, чем содержание, ремонт и обслуживание соответствующей инфраструктуры собственными силами. В последние годы решение в пользу логистического аутсорсинга все чаще принимают и российские компании.

Развитию концепции логистического аутсорсинга способствуют тенденции экономической глобализации. Отдельные организации становятся частями

глобальной производственной сети. Процессы снабжения и сбыта также усложняются, и уровень логистических знаний для всех партнеров по цепочке создания стоимости превращается в ключевой фактор успеха. Возрастающие запросы потребителей побуждают компании применять логистический подход к построению своего бизнеса, а также использовать в своей деятельности такой инструмент, как аутсорсинг.

Высокое качество логистики в экономике страны в целом способны обеспечить исключительно специализированные логистические предприятия. Это доказывает бизнес-практика всех без исключения стран с развитой рыночной инфраструктурой. При этом пакеты логистических услуг, предоставляемых специализированными компаниями, постоянно пересматриваются в соответствии с растущими требованиями клиентов. Логистические провайдеры берут на себя выполнение всех логистических задач организаций-клиентов и предлагают наряду с реализацией движения товарного потока и услугами добавления стоимости (например, упаковка или сортировка продукта под индивидуальные требования клиента) информационные и финансовые услуги. Контрактная логистика является полем деятельности специализированных логистических предприятий, рынок услуг аутсорсинга этой сферы постоянно расширяется.

Рост объемов услуг аутсорсинга в области логистики связан также и с отменой государственного контроля над перевозками. Желание большинства фирм-производителей сделать акцент на основной деятельности, тенденции

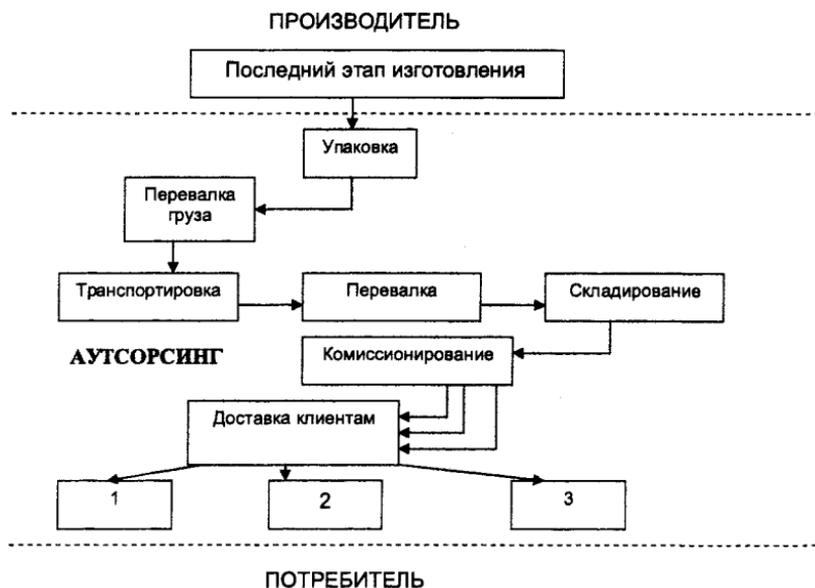


Рис. 3.1. Аутсорсинг логистических функций на примере сбыта готовой продукции

снижения материальных запасов, появление компьютерных программ, управляющих логистическими системами, создают условия для передачи логистических функций и процессов специализированным провайдерам. Логистические компании имеют сегодня комплексный компьютерный метод слежения, который снижает риск при транспортировке и повышает престиж фирмы, что было бы невозможно, если бы данная функция выполнялась самой фирмой. Логистические провайдеры (третья сторона), используя обмен электронными данными и спутниковые системы, намечают курс фрахта, чтобы точно сообщить клиентам местонахождение их водителей и срок доставки. В среде «точно в срок» («*Just in Time*»), где окно поставки может составлять всего лишь 30 минут, такая технология становится решающей<sup>1</sup>.

Целесообразность использования логистического аутсорсинга определяется для компании-заказчика в общем случае следующими основными причинами:

- тесная взаимосвязь предприятий-производителей и поставщиков продукции с предприятиями транспортной отрасли во всех звеньях цепочки создания добавленной стоимости;
- возможность для производителя отказаться от непрофильных видов деятельности (логистика);
- повышение гибкости как в отношении развития собственной организации, так и в отношении ее деятельности на рынках;
- использование всех преимуществ логистического подхода к управлению собственной деятельностью без необходимости развивать собственные компетенции в этой сфере;
- снижение общих затрат, изменение структуры затрат;
- комплексное логистическое обслуживание высокого качества, которое обеспечивает провайдер;
- повышение качества услуг для конечного потребителя, что положительно отражается на имидже компании-заказчика и др.

### 3.2. Логистические провайдеры

**Логистические провайдеры** — это специализированные коммерческие организации, выполняющие отдельные операции или комплексные логистические функции (складирование, транспортировка, управление заказами, физическое распределение и пр.), а также осуществляющие интегрированное управление логистическими цепочками организации-заказчика. Логистика оперирует следующими терминами:

1PL — *First Party Logistics* — автономная логистика, когда организация самостоятельно осуществляет выполнение всех логистических функций;

2PL — *Second Party Logistics* — использование услуг узкофункциональных логистических посредников (транспортные компании, экспедиторы, таможенные агенты, страховые компании, склады и грузовые терминалы выполняют отдельные логистические функции);

<sup>1</sup> См.: Аутсорсинг: создание высокоэффективных и конкурентоспособных организаций: учеб. пособие / под ред. проф. Б. А. Аникина. М., 2003. С. 13–14.

3PL — *Third Party Logistics* — все логистические функции переданы на аутсорсинг логистическому провайдеру, который осуществляет комплексный логистический сервис;

4PL — *Fourth Party Logistics* — логистический оператор осуществляет также управление цепями поставок организации-заказчика (*SCM — Supply Chain Management*).

5PL — *Fifth Party Logistics* — логистический оператор, принимая на себя функции 4PL, широко использует Интернет как единую виртуальную платформу, обеспечивающую более глубокое и всестороннее взаимодействие и координацию работы с обслуживаемыми клиентами.

Согласно исследованию *Cap Gemini Ernst&Young*, в котором участвовали компании автомобильной, химической, электронной, медицинской, компьютерной промышленности, компании, выпускающие товары широкого потребления, предприятия оптовой и розничной торговли, телекоммуникаций, на аутсорсинг наиболее часто передаются функции (%):

- складирования (73,7);
- внешней транспортировки (68,4);
- оформления грузов/платежей (61,4);
- внутренней транспортировки (56,1);
- консолидации грузов/дистрибуции (40,4);
- прямой транспортировки (38,6).

Реже организации-заказчики передают логистическому аутсорсеру следующие функции (%):

- возврата товаров и ремонт (22,8);
- менеджмента запасов (21,0);
- маршрутизации перевозок и управления транспортным хозяйством (19,3);
- информационных технологий (17,5);
- услуги консолидации (17,5);
- управления заказами (15,8);
- приема/обработки заказов (5,3);
- управления отношениями с покупателями (3,5).

Таким образом, среди компаний-заказчиков существует тенденция передавать на аутсорсинг стратегически важные логистические функции, а также функции, ориентированные на покупателя. При этом функции, в значительной мере связанные с использованием информационных технологий, чаще передаются провайдеру, что отражает общие тенденции развития рынка услуг — желание заказчиков в полной мере использовать те преимущества специализации и интеграции бизнес-процессов, которые предоставляет аутсорсинг. Очевидны перспективы развития рынка услуг логистических провайдеров и сопутствующих технологий именно в сторону увеличения объемов услуг, так или иначе связанных с применением ИТ.

Предложение на рынке услуг логистического аутсорсинга формируется, таким образом, специализированными организациями, способными взять на себя управление потоковыми процессами заказчика. Этапы развития логистических

провайдеров во взаимосвязи с развитием рынка логистического аутсорсинга и комплексом предоставляемых ими услуг представлены на рис. 3.2.

В зависимости от уровня интеграции логистических услуг, предоставляемых провайдером, можно выделить три основных класса специализированных компаний:

1) узкофункциональные посредники, предоставляющие услуги транспортировки, складирования, услуги таможенного брокера, страховые компании и т. п.;

2) 3PL — провайдеры, оказывающие услуги комплексного логистического сервиса;

3) 4PL и 5PL — провайдеры или системные логистические интеграторы. В отличие от аутсорсинга комплексного логистического сервиса (3PL) рынок услуг таких логистических провайдеров, как 4PL и 5PL, лишь начинает складываться. Однако специалисты видят будущее логистики в появлении «интеграторов логистической цепи» (Supply Chain Integrators, SCI) или «ведущих логистических управляющих» (Lead Logistics Manager, LLM) в рамках «совместной операционной модели» (Joint Operating Model, JOM) (рис. 3.3).

*По оценке РБК, общий оборот мирового рынка транспортно-логистических услуг в 2007 г. составил 2,2 трлн. долл. и вырос на 25% по сравнению с 2006 г. Аналитики связывают рост данного рынка с масштабным развитием азиатского, латиноамериканского и российского рынков. По данным международных экспедиторов, 2/3 общего оборота мирового рынка транспортно-логистических услуг приходится на аутсорсинг. При этом доля провайдеров уровня 3PL и 4PL не превысила 20%.*

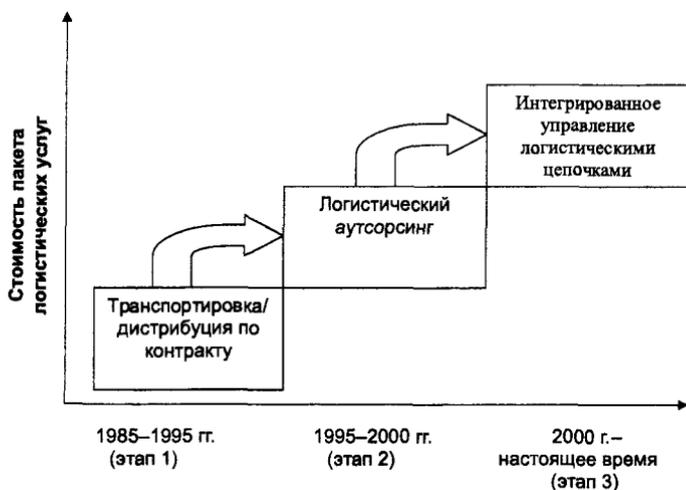


Рис. 3.2. Этапы развития логистической компании во взаимосвязи с комплексом услуг аутсорсинга

Европейский рынок услуг аутсорсинга развивается в последние годы более высокими темпами, чем рынок США: более 50% логистических функций предприятия Западной Европы передают специализированным провайдерам (в США — 44%).

По экспертным оценкам, опубликованным в отчете «Third Party Logistics Study: Results and Finding of the 2007 12<sup>th</sup> Annual Study», в 2007 г. географическая востребованность услуг провайдеров уровня 3PL примерно одинакова в четырех регионах мира (Северная Америка, Латинская Америка, Азиатско-Тихоокеанский регион и Европа) и составляет от 21 до 29% в общем обороте.

Услугами логистических провайдеров, создающими высокую добавленную стоимость, преимущественно пользуются компании следующих отраслей (%):

- высокотехнологичный бизнес (16);
- промышленное производство (13);
- производство потребительских товаров (13);
- здравоохранение (11);
- автомобильная промышленность (9);
- розничная торговля (5)<sup>1</sup>.

Организация-заказчик имеет возможность отдать под контроль провайдера сразу все логистические операции, а также консалтинг, выполнение необходимых экспертиз, внедрение информационных систем и пр. Как правило, логистическими провайдерами высокого уровня накоплен богатый опыт логистического управления, в этих компаниях работает квалифицированный персонал и имеется развитая инфраструктура (склад или транспортно-распределительная сеть, парк разнообразных транспортных средств, а также сеть международных транспортных агентов и т. п.).

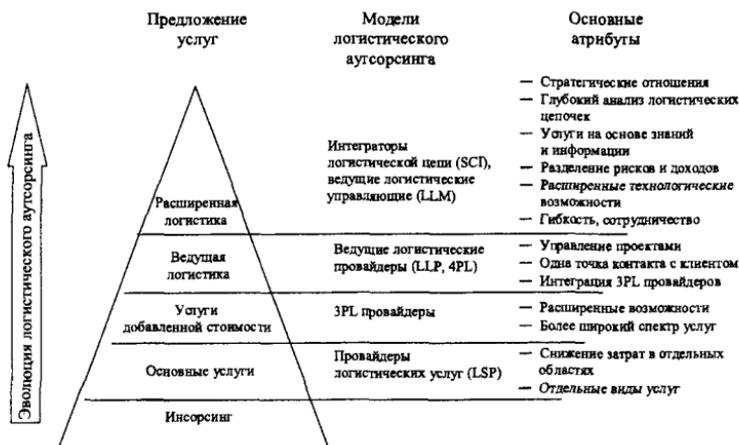


Рис. 3.3. Эволюция моделей логистического аутсорсинга

<sup>1</sup> См.: *Логистика*. 2008. № 3. С. 6.

Рассматривая результаты внедрения логистического аутсорсинга в организации, следует выделить такие положительные аспекты:

- аутсорсер обладает необходимыми ресурсами, позволяющими реагировать на увеличение спроса или другие изменения рыночной конъюнктуры, в том числе сезонные;
- оказывает организации-заказчику поддержку при выведении на рынок новых продуктов через собственную дистрибутивную сеть;
- обеспечивает полный мониторинг логистической цепочки, что отвечает интересам конечного потребителя и позволяет избежать издержек, связанных со сбоями в поставках;
- наконец, аутсорсер несет ответственность за бесперебойное функционирование сети и выполнение логистических операций на условиях, определенных контрактом.

В таблице 3.1 выделены пять основных типов логистических провайдеров, созданных на основе:

- компаний-перевозчиков;
- складских операторов;
- брокерских/экспедиторских компаний;
- компаний, занимающихся оптимизацией транспортных услуг, формированием отправок;
- консалтинговых компаний, разрабатывающих и/или внедряющих программное обеспечение<sup>1</sup>.

*В 2007 г. на рынке контрактной логистики лидируют провайдеры логистических услуг мирового уровня: DHL (6,2%), CEVA (1,8), Kuehne&Nagel (1,3), UPS (1,2%).*

Рассматривая качество услуг и спектр предложений логистических провайдеров, можно выделить следующие последовательные уровни развития аутсорсинга логистических функций для организации-заказчика (табл. 3.2).

Таблица 3.1

Типы логистических провайдеров

Типы логистических провайдеров	Основные услуги	Примеры компаний
Провайдеры по транспортировке (на основе компаний-перевозчиков), владеющие реальными активами	Логистика «размещения» (dedicated logistics). Транспортировка, централизованные перевозки, обслуживание, маршрутизация	Schneider, Ryder, Hunt, Danzas, TNT, UPS, FedEx, Airborne, DHL
Провайдеры оптимизации транспортных услуг, не имеющие реальных активов	Интегрированная логистика. Сервисно-ориентированная логистика, сфокусированная на технологии и инжиниринге	CH Robinson, Mark VII, Ryder, UPS Worldwide, Menlo, FedEx

<sup>1</sup> Источник: Lynch, Clifford. «Developing a Strategy for Outsourcing», Logistics Management and Distribution Report, Volume 40, Issue 6, Jun 2001.

Окончание табл. 3.1

Провайдеры складирования, формирующие добавленную стоимость	Интегрированная и логистика «размещения». Технологии, складирование и транспортировка	Caliber, DSC, Tibbett & Britten, GATX, Exel Logistics, Fiege Group, Menlo
Международные экспедиторы, осуществляющие аутсорсинг логистических функций (не имеющие реальных активов)	Интегрированная логистика с возможностями международного экспедирования	AEI, Circle, MSAS, Kintetsu
Провайдеры программного обеспечения	Пакеты логистических программ	Manugistics, I2/ Intertrans, McHugh, Logility, Extricity, Manhattan

Таблица 3.2

## Уровни развития услуг аутсорсинга логистических функций

Уровень развития	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
Количество функций, передаваемых провайдеру	Единственная функция	Несколько функций	Комплекс взаимосвязанных функций
Компетентность провайдера	Много активов. Выполнение отдельных операций	Смещение от владения активами к владению информацией	Акцент на управление информацией/и знаниями, интегрированные IT-решения
Характер взаимоотношений	Контракт на год	Долговременные отношения (контракт на 3–5 лет)	Стратегическое партнерство, крупные контракты
Доступ к рынкам сбыта	Местный, региональный	Межрегиональный	Глобальный. Доставка «от двери до двери»
Ценность контракта для заказчика	Снижение издержек за счет частичной реорганизации и реинжиниринга бизнес-процессов (BPR)	Снижение издержек, рост доходов при расширении рынков сбыта	Оптимизация бизнес-процессов (в соответствии со стандартом ISO 9000)

## 3.3. Формы аутсорсинга логистических функций и бизнес-процессов

Развитие аутсорсинга логистических функций находится в прямой зависимости от наличия адекватного предложения на рынке услуг. Кроме того, многие организации не отказываются от выполнения собственными силами отдельных логистических функций, так как уже располагают необходимым складским хозяйством и транспортом. Выделение в общей сумме затрат компании составляющей логистических затрат (включая все издержки, связанные с содержанием, ремонтом и обслуживанием соответствующей инфраструктуры) становится первым шагом на пути к использованию аутсорсинга.

Формы аутсорсинга логистических функций представлены на рис. 3.4.

Данная классификация форм логистического аутсорсинга справедлива как в отношении отдельных функций (например, транспортировки или складирования), так и в отношении целого комплекса взаимосвязанных функций (например, управления закупками).

Специалисты КИА-центра полагают, что основная выгода от использования логистического аутсорсинга состоит в визуализации логистических издержек. При этом нельзя исключать, что некоторые операции организация способна выполнять самостоятельно при более низких затратах, чем стоимость услуг провайдера.

В ряде случаев организация способна воспользоваться внешними ресурсами, предоставляемыми аутсорсером, сохраняя за собой возможность управления ими. При этом эффективность использования внешних ресурсов должна определяться уровнем разделения ответственности и рисков. Необходимо различать, например, сущность предложений сторонних компаний, связанных с арендой складских помещений или услугами ответственного хранения.

Поскольку форма аутсорсинга полностью определяется условиями заключаемого контракта, формирующего юридическую сторону взаимоотношений сторон, именно в контракте должны найти отражение четко сформулированные ожидания заказчика, с одной стороны, и однозначно зафиксированные обязательства поставщика услуг — с другой.

*Примером разделения функций и ответственности сторон при выборе формы аутсорсинга может служить соглашение, заключенное компанией Hewlett Packard с логистической компанией Kuehne&Nagel. Доля участия HP в цепочке создания стоимости в секторе производства компьютеров под собственной маркой составляет 7%. HP производит продукцию в Сингапуре. При выборе логистического оператора основное внимание уделялось времени поставки, которое должно было*



Рис. 3.4. Формы аутсорсинга логистических функций и бизнес-процессов

сократиться с 5 недель до 48 часов. Kuehne&Nagel собирает воедино данные прогноза о продажах НР, данные о полученных заказах, данные о складских запасах НР в Европе и данные производственного плана в Сингапуре, наблюдает за запасами и информирует отдел сбыта о дополнительных расходах по сбыту при изменении производственного плана. При этом:

- Kuehne&Nagel управляет складом НР;
- Kuehne&Nagel передает информацию в отдел производственного планирования;
- НР не нужно иметь в своей структуре подразделение планирования производства;

- существует определенная зависимость НР от Kuehne&Nagel. НР расценивает это как риск и в настоящее время несколько снижает уровень сотрудничества.

В рамках контракта на аутсорсинг функции Kuehne&Nagel следующие:

- рассчитывает, когда необходимо организовать перевозки, чтобы обеспечить оговоренные сроки доставки;
- определяет, какие виды транспортных средств нужно использовать, чтобы снизить издержки;
- планирует и ведет бухгалтерский учет перевозок;
- несет ответственность за все транспортные операции<sup>1</sup>.

### 3.4. Российский рынок услуг аутсорсинга логистических функций

Российский рынок контрактной логистики формируется за счет предложений различных по своему уровню логистических посредников: от высокотехнологичных логистических провайдеров уровня 3PL, предоставляющих комплексный логистический сервис, до небольших региональных компаний, предлагающих преимущественно аренду складских помещений класса В и С и услуги транспортировки.

Общий объем российского рынка транспортно-логистических услуг в 2007 г. составил 48,5 млрд долл. и увеличился по сравнению с 2006 г. на 21%, что примерно соответствует общемировым темпам роста<sup>2</sup>.

Стоимость услуг профессиональных логистических аутсорсеров, предлагающих весь комплекс услуг с высокой добавленной стоимостью, пока слишком велика для российского рынка, а развитие логистической инфраструктуры недостаточно. «Сегодня в России в основном внешним операторам передаются транспорт, складирование и комплектация отгрузок, а более сложные логистические операции реализуются самостоятельно»<sup>3</sup>.

Потребителями российского рынка услуг аутсорсинга логистических функций являются крупные промышленные компании и торговые сети. Значительную часть их составляют западные компании, переносящие на российскую почву практику управления логистикой, принятую за рубежом. При этом в отсутствие

<sup>1</sup> См.: Логинфо. 2008. № 4.

<sup>2</sup> По данным РБК, 2007.

<sup>3</sup> См.: Алексеев А. Стратегия на аутсорсинг // Логинфо. 2008. № 1–2. С. 68–72.

предложения на рынке услуг некоторые из них вынуждены создавать собственные логистические предприятия, передаваемые затем в управление провайдером услуг. Сеть предприятий быстрого питания *McDonald's* самостоятельно развивала свои логистические функции и объекты в России, а затем передала управление ими компании *Rulog*. Аналогичный путь прошла *Indesit Company*. Ее распределительным центром в Липецке управляет французский оператор *Geodis*.

Предложение на российском рынке логистического аутсорсинга сформировано тремя основными категориями услуг (рис. 3.5)<sup>1</sup>.

Специалистами Берлинского Института технологий (*TU Berlin*) российский рынок логистических услуг оценивается как один из крупнейших в Европе и Азии. Специальное исследование проводилось с целью выяснить, как логистические компании, предлагающие свои услуги на российском рынке, собираются расширяться и на чем основаны их ожидания роста. Было установлено, что число компаний, занятых в сфере логистики в России, составляет 4000–6000, но лишь около 100 из них предлагают какие-либо услуги, кроме транспортировки или складирования<sup>2</sup>.

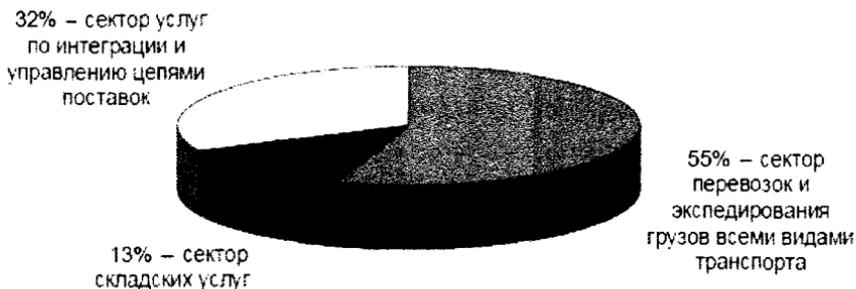


Рис. 3.5. Доля секторов рынка логистических услуг в России, 2006 г.

Из участников ежегодного рейтинга «Логистический оператор России» наибольшую часть в 2007 г. составили транспортно-экспедиционные компании (48,8) и складские операторы (39%)<sup>3</sup>.

При этом российские логистические операторы работают со следующими основными группами товаров (рис. 3.6)<sup>3</sup>.

Комплекс услуг, предоставляемых логистическими провайдерами на российском рынке, составляют следующие основные функции:

- перевозки различными видами транспорта, интермодальные перевозки;
- хранение, страхование складских запасов, обработка и упаковка грузов;
- кросс-докинг;

<sup>1</sup> По данным маркетингового агентства *Step by Step*.

<sup>2</sup> См.: Франк П., Штрауб Ф., Трушкин Е. Стратегии развития логистических операторов в России // Конъюнктура товарных рынков. № 3. 2008. С. 43–47.

<sup>3</sup> См.: Современный склад. 2008. № 4.

- доставка «точно в срок»;
- таможенные услуги;
- консультирование в сфере логистики;
- управление грузоперевозками, оптимизация грузопотоков;
- управление заказами от имени клиента;
- электронная торговля и др.

Предложение на российском логистическом рынке формируется как российскими, так и зарубежными организациями. Активно развивают свой бизнес либо имеют собственные представительства в России многие известные международные провайдеры услуг, в частности *Art of Transport Logistics, DPD, DHL, DSV, FESCO, FIEGE Logistik, FM Logistic, GEFCO, Kuehne&Nagel, Maersk, Major, Panalpina, Rhenus, Schenker, Tblogix, TNT, UPS*. По статистике, ежегодно с 1989 года на российском рынке логистических услуг появлялись одна-две новые российские или иностранные компании, позиционирующие себя как провайдеры высокого уровня.

Среди российских компаний, активно развивающих логистический сервис, можно назвать компании «Транс-Бизнес», «Русская логистическая служба», «АТЛ Холдинг», группа компаний «Санна-Литер».

Группа компаний «Транс-Бизнес» является ассоциацией юридически самостоятельных предприятий и включает в себя автотранспортное предприятие «Национальная транспортная компания», интермодальный и контейнерно-

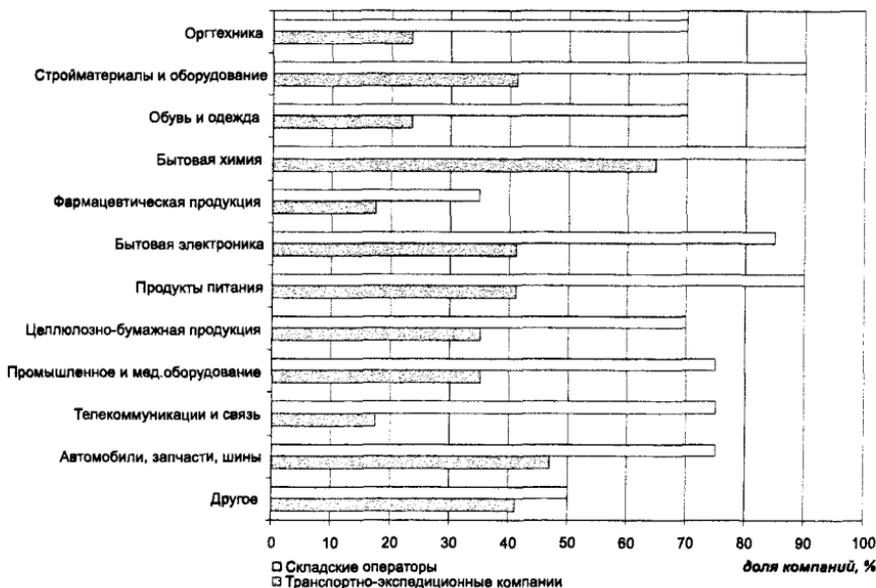


Рис. 3.6. Товарные группы, с которыми работают российские логистические провайдеры

складской терминалы крупного железнодорожного оператора «Транссибирский интермодальный сервис» (ТИС). В состав группы входят региональные транспортно-экспедиторские предприятия, обслуживающие Северо-Западный регион, Южный Урал, Сибирь, Юг России.

ООО «Русская логистическая служба» — один из ведущих экспедиторов, который организует перевозки всеми видами транспорта, предоставляет таможенные и курьерские услуги, обеспечивает хранение и складскую обработку грузов. Она состоит из сети экспедиторских компаний, расположенных на территории РФ и Казахстана, а также компаний, работающих в сфере автоперевозок (ООО «АТП РЛС Домодедово»), управления складской недвижимостью (ООО «РЛС Оператор»), страхования («РЛС Гарант»).

Высокие уровень и качество контрактной логистики на отечественном рынке демонстрируют компании, специализирующиеся на экспресс-доставке и организации отправок «от двери до двери».

По данным исследования *TU Berlin*, западные провайдеры рассчитывают на увеличение доли от российских клиентов к 2012 г. Со своей стороны, российские провайдеры видят перспективы в расширении географического охвата.

На российском рынке активно идут процессы консолидации в форме поглощений или создания стратегических союзов с участием западных компаний. Британский фонд *Raven Russia* приобрел за 10 млн долл. половину акций российской логистической компании «Авалон-Логистик». Американская компания *Alfa Capital Partners* стала обладателем пакета акций российского холдинга *STS Logistics*. В апреле 2007 года российская девелоперская компания «РосЕвроГрупп» и венчурный фонд *Citygroup Venture Capital International Growth Partnership* заключили соглашение о продаже принадлежащих им 90% акций «Национальной логистической компании» финской фирме *Itella Logistics*.

Национальная логистическая компания (НЛК) осуществляет свою деятельность в России с 1995 г. На сегодняшний день компания объединяет в себе несколько самостоятельных структур, призванных обеспечить комплексные решения в рамках логистической цепочки движения товара от производителя до конечного потребителя. Ключевыми компетенциями компании являются: управление цепочками поставок, складская логистика, таможенная логистика, транспортная логистика, предпродажная подготовка и дистрибуция.

Общая площадь находящихся в управлении НЛК площадей составляет 320 000 кв. м. Основные операционные площади:

- таможенно-складской комплекс «Терминал лесной»;
- «Терминал «Рент-центр»;
- Национальный логистический парк «НЛК-Химки»;
- Национальный логистический парк «НЛК-Крекшино»;
- Национальный логистический парк «НЛК-Пушкино».

В настоящее время НЛК оказывает логистические услуги не только в Москве, но и в Новосибирске, Екатеринбурге, Санкт-Петербурге, Самаре, Ростове-на-Дону, Красноярске и Владивостоке. Общая площадь региональных площадок составляет 40 000 кв. м.

Расширению деятельности логистических провайдеров на российском рынке должно также способствовать совершенствование транспортной инфраструктуры. Правительством РФ в 2006 г. на развитие транспортной сети был выделен 21 млрд долл., далее эта сумма должна быть увеличена до 43,3 млрд.

Рассматривая перспективы развития аутсорсинга логистических функций бизнес-процессов для российских организаций, необходимо выделить следующие особенности российского рынка:

- существенная дифференциация стоимости и качества услуг логистических провайдеров;
- значительная доля суммы логистических затрат в стоимости продукта для конечного пользователя;
- низкий спрос на услуги с высокой добавленной стоимостью;
- неравномерность развития логистической инфраструктуры: от относительно высокого уровня развития инфраструктуры Москвы и Санкт-Петербурга до практически полного ее отсутствия в регионах;
- высокий порог входа на рынок логистических услуг для новых компаний.

### 3.5. Эффективность логистического аутсорсинга

Эффективность аутсорсинг-проектов в области логистики зависит от ряда факторов, основными из которых традиционно считаются снижение общих затрат и изменение структуры затрат организации (снижение или полное исключение затрат, связанных с транспортировкой, обеспечением безопасности, эксплуатацией транспортных средств, содержанием и обучением персонала, информационным обслуживанием и др., перевод части постоянных затрат в переменные), а также повышение качества обслуживания потребителей (сокращение сроков поставки, доставка «от двери до двери», мониторинг процессов транспортировки, снижение числа ошибок и пр.).

По исследованиям *Cap Gemini Ernst&Young*, в результате применения *3PL* подхода у компаний-заказчиков произошли следующие изменения:

- логистические издержки снизились на 8,2%;
- логистические активы сократились на 15,6%;
- средний цикл заказа продукции сократился с 10,7 до 8,4 дня;
- общие запасы сократились на 5,3%.

Наибольшая экономия достигнута компаниями, применявшими логистический аутсорсинг для всех функций логистической цепочки.

Новые перспективы повышения эффективности логистического аутсорсинга связаны с развитием рынка услуг *4PL*-провайдеров и использованием современных информационных технологий в управлении всеми звеньями цепи поставок.

**В заключение приведем рекомендации лучших зарубежных аутсорсинговых исследований<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> По материалам зарубежных исследований (обзор существующих и потенциальных конечных потребителей аутсорсинга, Институт аутсорсинга, США).

**10 основных причин, по которым компании прибегают к аутсорсингу**

1. Сокращение и контроль эксплуатационных расходов.
2. Повышение концентрации компании.
3. Получение доступа к возможностям мирового класса.
4. Освобождение внутренних ресурсов для других целей.
5. Ресурсы не доступны внутри компании.
6. Ускорение извлечения выгоды из модернизации.
7. Работа компании вышла из-под контроля/ею сложно управлять.
8. Получение доступа к капитальному фонду.
9. Разделение рисков.
10. Денежные вливания.

**10 основных факторов, влияющих на выбор фирм-поставщиков**

1. Приверженность качеству.
2. Цена.
3. Рекомендации/репутация.
4. Гибкие условия договора.
5. Объем ресурсов.
6. Дополнительные возможности получения прибыли.
7. Сочетание/равенство культур.
8. Существующие отношения.
9. Местонахождение.
10. Другие.

**10 основных факторов, влияющих на успешность аутсорсинга**

1. Понимание цели и задач компании.
2. Стратегическое видение и планирование.
3. Правильный выбор фирмы-поставщика.
4. Управление взаимоотношениями.
5. Тщательно структурированный контракт.
6. Открытое общение с пострадавшими физическими лицами/группами.
7. Поддержка и участие руководителей компании.
8. Пристальное внимание к кадровым вопросам.
9. Финансовая обоснованность ближайших контрактов.
10. Использование внешней экспертизы.

**10 ведущих операций последних аутсорсинговых решений**

1. Ускорение модернизации экономического эффекта.
2. Доступ к возможностям мирового класса.
3. Денежные вливания.
4. Освобождение ресурсов для других целей.
5. Работа компании вышла из-под контроля/ею сложно управлять.
6. Повышение концентрации компании.

7. Получение доступа к капитальному фонду.
8. Сокращение эксплуатационных расходов.
9. Снижение риска.
10. Ресурсы не доступны внутри компании.

## ГЛАВА 4

# Логистические центры

### 4.1. Логистические центры фирм

В последние годы большинство логистических операций во всем мире осуществляется в логистических центрах. Они бывают двух типов — региональные и логистические. Вторые более многочисленны. Они имеются на большинстве современных фирм, в особенности занимающихся оптовой торговлей. Фактически они являются информационно-аналитическими (мозговыми) центрами фирм и сосредотачивают не только логистические, но и любые другие операции, осуществляемые фирмами, если для их выполнения требуется анализ больших объемов информации или осуществление трудоемких расчетов. Часто они создаются на базе ранее существовавших отделов маркетинга и берут на себя выполнение их функций. Но если отделы маркетинга только изучают и формируют рынок, то логистические центры дополнительно организуют заполнение рынка товарами фирмы, т. е. они обеспечивают устойчивый сбыт. Обычно логистические центры существуют на правах отделов фирм, но, конечно, ведущих.

Логистические центры фирм очень разнообразны. Их структура зависит от профиля и размеров фирмы. На мелких фирмах это может быть небольшая группа специалистов-логистиков и 2–3 компьютера. На крупных фирмах это подразделения с многочисленным штатом и значительным числом компьютеров, обязательно объединенных в локальную сеть с выходом в Интернет. Используемые ими методы управления материальными, информационными и финансовыми потоками описаны в предыдущих главах. Главное преимущество логистических центров фирм заключается в том, что они сравнительно дешевы и могут быть быстро созданы. Для них не нужно создавать многие вспомогательные подразделения (например, складские помещения или средства разгрузки и погрузки), так как они уже имеются на фирме. Они могут учитывать специфику фирмы и не несут опасности нарушения коммерческой тайны.

Главная трудность при создании логистических центров заключается в остром дефиците высококвалифицированных кадров. Известны случаи, когда из-за недостаточной квалификации персонала вновь созданные центры оказывались малоэффективными. По этой причине многие фирмы, в особенности небольшие, предпочитают не создавать собственные центры и не тратить деньги на их содержание, а пользуются услугами региональных логистических центров. Это обходится значительно дешевле. При описанной организации работы на фирмах возможности логистических методов используются полностью

в основном из-за недостатка информации, применяемой к анализу. Фирмы, располагая внутренней информацией, не склонны делиться ею с конкурентами из-за боязни нарушения коммерческой тайны. Несомненно, что объединенный логистический центр был бы более эффективным, но конкурирующим фирмам договориться трудно.

*В качестве примера приведем логистические центры порта Гамбург.*

*Гамбург является крупным морским портом. По объему грузооборота он устойчиво в течение многих лет занимает третье место в мире (после Роттердама и Антверпена) и является главным морским портом Германии. Площадь собственно порта более 40 км<sup>2</sup>. Он расположен на реке Эльба в 110 км от ее устья, но доступен для большинства морских судов (с осадкой не более 13 м). В порту зарегистрировано около 2000 различных фирм. Преимущественно это фирмы оптовой торговли. Большинство специализированные. Практически все они имеют собственные логистические центры.*

Логистические центры фирм получили широкое распространение с 1980-х годов, что было связано с волной банкротств фирм оптовой торговли. Разорялись преимущественно фирмы средних и малых размеров, имевшие устаревшую организационную структуру и большой штат сотрудников. Выжили в основном крупные фирмы, действовавшие в нескольких городах или даже странах. Они имели достаточные финансовые средства для реорганизации и создания логистических центров, повысивших эффективность их работы. Выжили также мелкие фирмы, имевшие современную структуру и небольшое число сотрудников. Вместе с тем создавались новые мелкие и средние фирмы с логистическими центрами, простой и экономичной организационной структурой. Имеются фирмы с персоналом всего 15—20 человек, которые успешно функционируют. Часто большинство сотрудников фирм являются родственниками, что повышает их заинтересованность в процветании семейного бизнеса. Но наибольших успехов, как правило, добиваются крупные фирмы, использующие современные методы управления.

## 4.2. Региональные логистические центры

Региональные логистические центры имеют второе, более точное, название, — «мультимодальные грузовые терминалы». В отличие от логистических центров фирм это обычно крупные, хорошо оснащенные предприятия, предназначенные для оказания логистических услуг другим фирмам на коммерческой основе. Спектр услуг обычно очень широк, поэтому региональные логистические центры имеют большое число различных подразделений, предназначенных для их выполнения. Региональные логистические центры обычно специализируются на массовой переработке грузов по заказам различных фирм и оказании сопутствующих услуг. За счет массовости операций себестоимость их получается невысокой, следовательно, и тарифы на них могут быть вполне приемлемыми

для потребителей. Некоторые фирмы оптовой торговли, чтобы не нести значительных затрат на содержание собственных подразделений, отказываются от них и предпочитают заключать договоры с логистическими центрами.

**Логистические центры выгодно размещать в местах пересечения транспортных путей и недалеко от крупных потребителей или производителей товаров, так как это позволяет существенно уменьшить транспортные расходы.**

В настоящее время во всех развитых странах почти весь оборот внешней торговли (импорт и экспорт), а также большая часть внутреннего товарооборота осуществляется через региональные логистические центры. Они имеют большое значение для поддержания экономического потенциала страны. Через логистические центры в страну поступает в значительном объеме иностранная валюта. Собираемые с них налоги являются обычно весомым вкладом в бюджет. Правительство страны заинтересовано в успешной деятельности логистических центров и оказывает им поддержку. Чаще всего эта поддержка проявляется в виде финансовых льгот при строительстве и эксплуатации логистических центров.

Региональные логистические центры более перспективны, чем центры отдельных фирм. Через них проходят большие объемы информации и управление ею, оптимизация информационных потоков дает значительный экономический эффект. Современные методы защиты гарантируют от утечки конфиденциальной информации, даже размещенной в едином информационно-аналитическом центре. Фирмы, полностью ориентирующиеся на использование услуг региональных логистических центров, обычно сохраняют и свои очень небольшие логистические центры, которые используются в основном для оперативной связи с региональными логистическими центрами, анализа информации, получаемой от них, и постановки новых задач.

### 4.3. Состав типичного регионального логистического центра

Ядром логистического центра является его информационно-аналитический центр. Другими основными подразделениями логистических центров, как правило, являются:

- обширные складские помещения, оборудованные приспособлениями для погрузки, разгрузки и комплектации грузов, в которых обычно используются современные методы переработки грузов;
- открытые контейнерные площадки для хранения контейнеров международных стандартов (преимущественно типов 1А и 1СС);
- железнодорожная станция, обеспечивающая подачу вагонов непосредственно к разгрузочным площадкам складов и контейнерным площадкам;
- морской или речной порт с большим числом причалов, включая специализированные — для генеральных грузов;
- площадка для ожидания разгрузки и погрузки автомашин непосредственно со складов или контейнерных площадок;

- парк авто- и электропогрузчиков, обеспечивающих перевозку контейнеров международного стандарта;
- парк кранов, которые в основном используются для судов, не приспособленных для горизонтального способа погрузки-разгрузки с помощью автопогрузчиков;
- производственные помещения, предназначенные для сдачи в аренду различным фирмам;
- здание гостиницы с рестораном, кафе и другими заведениями для отдыха, сдаваемое в аренду;
- административное здание со вспомогательными помещениями, предназначенное для сдачи в аренду под офисы различных фирм;
- служба связи, использующая современные технологические средства и обеспечивающая круглосуточную связь с любой точкой земного шара;
- служба безопасности, обеспечивающая сохранность материальных ценностей и безопасность как сотрудников логистических центров, так и их клиентов;
- противопожарная служба, оборудованная современными средствами предупреждения, обнаружения и тушения пожаров с минимальным ущербом для товаров;
- площадки для остановок общественного транспорта, связывающего логистический центр с аэропортом, вокзалами и ближайшими населенными пунктами;
- охраняемая стоянка для парковки автомобилей клиентов и сотрудников логистического центра;
- земельные участки для сдачи в аренду для строительства различных предприятий или сооружений (например, собственных причалов крупной фирмы). Причем предоставляется долгосрочная аренда (например, на 30 или 50 лет), чтобы предотвратить возможную спекуляцию землей.

При логистическом центре на арендованных у него площадях обычно размещаются и действуют многочисленные самостоятельные организации и предприятия, основными из которых являются:

- фирмы оптовой торговли, пользующиеся услугами логистического центра, или их филиалы. Вновь создаваемые фирмы получают значительные преимущества от близости к подразделением, оказывающим логистические услуги;
- интернет-магазины, пользующиеся услугами логистического центра и вследствие этого сокращающие издержки обращения товаров;
- производственные фирмы, функционирование которых на территории логистического центра является более выгодным. Они занимаются в основном подработкой грузов (например, расфасовкой или разливом, несложной обработкой товаров или их предпродажной подготовкой);
- производственные фирмы, занимающиеся ремонтом транспортных средств и другой техники, принадлежащей как логистическому центру, так и его клиентам;
- филиал товарной биржи (при наличии достаточного числа потенциальных клиентов). Конечно, старые товарные биржи, имеющие заслуженную репута-

цию, переносить нецелесообразно, но выгоднее создавать новые на территории логистического центра;

- фирмы или филиалы фирм, занимающиеся гарантийным ремонтом и обслуживанием проданной техники по договорам с поставщиками;
- филиалы транспортных компаний, обеспечивающие перевозку грузов в соответствии с заключенными договорами. Они получают значительные преимущества от близости к потенциальным клиентам;
- филиалы контейнерных компаний, которые имеют большой парк контейнеров и специализируются на сдаче их в аренду с возможностью получения и сдачи контейнеров во многих пунктах, расположенных в разных странах мира;
- филиалы компаний международных перевозок, которые берут на себя оформление необходимых транспортных документов;
- филиал крупного банка, пользующегося доверием клиентов. Через него проходит большая часть финансовых расчетов между клиентами;
- филиал авторитетной страховой компании, в которой страхуются перевозимые грузы.

Оформлением необходимых для этого документов чаще занимаются не сами клиенты, а сотрудники логистического центра по их поручению:

- рекламные фирмы, принимающие заказы на изготовление рекламных материалов;
- юридические фирмы, ведущие дела клиентов логистического центра;
- консалтинговые фирмы, оказывающие консультационные услуги по проблемам, которые выходят за рамки компетенции работников логистического центра;
- фирмы, предоставляющие в аренду автомобили частным лицам;
- оптовые и розничные магазины. Размещение их вблизи складов логистического центра позволяет экономить на транспортных расходах и снизить издержки обращения;
- таможня. Размещение ее вблизи логистического центра экономически целесообразно из-за большого объема импортных и экспортных грузов.

Региональные логистические центры далеко не всегда имеют полный перечень перечисленных подразделений. В зависимости от конкретных условий, уровня спроса часть из них может отсутствовать.

Основным источником финансирования логистических центров является плата за оказываемые услуги. В целях привлечения клиентов обычно устанавливаются низкие тарифы на оказываемые услуги, но из-за большого оборота логистических центров их эксплуатация является высокодоходным бизнесом. Дополнительными источниками финансирования логистических центров являются плата за аренду производственных помещений и офисов, за размещение на сайте логистического центра информации о товарах, продаваемых фирмами, плата за обычную рекламу, доходы от других видов деятельности.

Управление всеми информационными, финансовыми и материальными потоками, циркулирующими в логистическом центре, осуществляется *информационно-аналитическим центром*. В его состав входят высококвалифицированные

инженеры-логистики. Информационно-аналитические центры оснащены современными компьютерами, объединенными в локальную сеть, которая должна иметь выход в Интернет по выделенному каналу. Основу программного обеспечения составляет одна из достаточно совершенных систем автоматизированного управления (например, Л/З). Находящийся в ней банк данных обеспечивает хранение всей информации, имеющей отношение к логистическому центру. Одним из основных видов работ информационно-аналитического центра является обслуживание специально созданных сайтов в Интернете, в которых хранится информация о товарах, продаваемых фирмами — клиентами логистического центра. Такая реклама является более эффективной, так как профессионально разработанный и тщательно обслуживаемый сайт логистического центра, на котором имеется наиболее полная и постоянно обновляемая информация о товарах, продаваемых в регионе, посещается потенциальными покупателями значительно чаще, чем многочисленные и не всегда качественные сайты отдельных фирм. Кроме того, через этот же сайт поступает большое число заказов на оказание информационных услуг. Качество этих услуг гарантировано высокой репутацией логистического центра.

#### 4.4. Логистические центры в России

В России создается сеть региональных логистических центров. В качестве примера приведем логистический центр в Республике Татарстан. Татарстан расположен на пересечении крупных транспортных путей и потому является удачным местом для размещения логистического центра. В республике находится стратегически важный перекресток железнодорожных магистралей. На запад через Москву железная дорога идет на Украину, в Белоруссию, Прибалтику и далее в страны Западной Европы. На восток железнодорожная магистраль проходит в Екатеринбург, в Сибирь и на Дальний Восток. В южном направлении железная дорога через Ульяновск связывает Поволжье, Кавказ и Среднюю Азию. В северном направлении проходит железная дорога в Республику Марий Эл и Кировскую область.

На территории республики пересекаются автомобильные магистрали федерального значения. Имеется прямое автомобильное сообщение с Москвой. Через Татарстан проложены магистральные нефте- и газопроводы, продуктопроводы. В Казани имеется крупный международный аэропорт.

Общеизвестно, что наиболее дешевым является водный транспорт. Судоходные пути по Волге и Каме связывают Татарстан со многими крупными городами России. Через Каспийское море есть водный путь в Закавказье, Казахстан, Туркменистан и Иран. Через Волго-Балтийский канал — выход в Балтийское море, т. е. в страны Северной Европы. Через Беломорско-Балтийский канал имеется выход в Белое море, а следовательно, на Север России. Через Волго-Донской канал есть выход в Черное море, который обеспечивает водный путь через Дунай в страны Южной Европы, а при использовании канала «Рейн-Дунай» — во

Францию и Германию. Перевозки по всем этим водным путям возможны на судах класса «река—море» водоизмещением до 4000 т.

В соответствии с решениями II Общеευропейской транспортной конференции (1994 г.) были определены девять основных международных транспортных коридоров. Один из них — коридор № 2 — заканчивается в Москве. После завершения строительства логистического центра в Республике Татарстан будет целесообразно продолжить коридор № 2 до Казани и далее через Екатеринбург — в Сибирь и на Дальний Восток, а через Самару — в Центральную Азию и Иран.

Второй логистический центр базируется в порту Находка (Приморский край). Бухта Находка расположена на берегу Японского моря недалеко от Владивостока. Бухта большая (длина 4,6 км, ширина 1,8 км). Она хорошо защищена от штормовых ветров и удобна для судоходства. На берегу бухты расположен одноименный город краевого подчинения и крупный современный порт международного значения. Порт Находка специализирован на перевалке экспортных и импортных грузов из России в страны бассейна Тихого океана и обратно, а также каботажных грузов в районы Дальнего Востока, на Сахалин, Камчатку и Чукотку. Преобладают генеральные, навалочные, лесные грузы. Имеется нефтеперевалочная база и причалы для перегрузки контейнеров, следующих из Европы транзитом через Россию в Японию и обратно. Порт связан с железнодорожной сетью России.

Через порт Находка проходят значительные по объему грузопотоки, поэтому он является удачным местом для размещения логистического центра. Выполнено технико-экономическое обоснование, разработан проект и начато его строительство. Стоимость его сравнительно невелика, так как уже имеется хорошо оборудованный порт и железнодорожная станция. Основные проблемы связаны с созданием современного информационно-аналитического центра, формированием коллектива высококвалифицированных специалистов по обслуживанию контингента отечественных и зарубежных клиентов, которые будут постоянно пользоваться услугами логистического центра.

Третий логистический центр — в Ростове-на-Дону. Он предназначен для обслуживания большей части Юга России. Ростов-на-Дону расположен в нижнем течении реки Дон, в 46 км от ее впадения в Азовское море. Город является крупным узлом железнодорожных, шоссейных и воздушных путей. В нем имеется речной порт. Водные пути связывают порт с бассейном Черного моря, а через Дунай — со странами Южной Европы. Географическое положение города выгодно и удобно для размещения логистического центра.

В настоящее время проекты по логистическим центрам ведутся практически во всех регионах. Однако особое место занимают Санкт-Петербург и Ленинградская область: размещение логистических центров в Северо-Западном федеральном округе РФ имеет важное геополитическое и экономическое значение не только для нашей страны, но и для крупнейших мировых рынков.

## ГЛАВА 5

### Экономические основы логистики и УЦП

#### 5.1. Экономические особенности логистических систем

На сегодняшний день не является секретом, что, только непрерывно развиваясь, можно достигнуть наилучших результатов в любой сфере деятельности. Стремящимся к успеху компаниям необходимо поддерживать тягу к росту вследствие нивелирования постоянных изменений, происходящих в современном бизнесе. Меняется все — рыночная конъюнктура, спрос, предложение, технологии. Растущая конкуренция не дает расслабиться даже лидерам. Чтобы обойти конкурентов, уже недостаточно предложить минимальную цену. Нужно уметь точно и своевременно выполнить требования заказчика и при этом сократить затраты на изготовление и доставку товара потребителю. А если учесть, что в условиях глобализации мировой экономики в производстве одного продукта участвует множество компаний, то становится понятна сложность этой задачи. Упростить ее решение призвано внедрение в практику бизнеса логистическое управление.

Управление логистическими процессами — это область, где лежат основные источники формирования конкурентных преимуществ большинства успешных компаний. И чем больше усиливается конкуренция, чем больше растут требования клиентов, тем активнее предприятия ищут инструменты повышения эффективности за счет логистики. Оптимизация логистических операций, сокращение производственных и финансовых циклов, повышение использования производственных мощностей, управление запасами и внедрение современных методов управления затратами — вот лишь небольшой перечень тех задач, которые ставит рыночная среда перед менеджментом отечественных компаний.

Решение этих задач находится в области комплексного управления логистическими процессами взаимодействия множества предприятий, оценку эффективности которых можно проводить с помощью применения знаний экономических основ логистики.

Согласно д.э.н. проф. Н. К. Моисеевой, все субъекты хозяйственной деятельности во взаимосвязи составляют единое экономическое пространство, где на каждом предприятии производственные факторы взаимодействуют друг с другом и обеспечивают выпуск продукции (т. е. товаров и услуг)<sup>1</sup>. При этом предприятие всегда функционирует в условиях ограниченных ресурсов. В соответствии с экономическими законами оно может действовать так, чтобы:

<sup>1</sup> См.: Моисеева Н. К. Экономические основы логистики: учебник. М.: ИНФРА-М, 2008. С. 8–14.

- максимизировать свои результаты (т. е. при заданном объеме производственных ресурсов, стремиться к наибольшему выпуску продукции);
- минимизировать расход производственных ресурсов при определенном объеме выпуска продукции;
- оптимизировать результаты (т. е. затраты и результаты должны находиться в определенном оптимальном сочетании).

Кроме того, любое предприятие должно находиться в состоянии финансового равновесия, иными словами, своевременно выполнять свои платежные обязательства перед бюджетом, работниками и поставщиками материальных ресурсов. В рыночных условиях предприятие в значительной степени автономно выявляет спрос потребителя, увязывает ресурсы с требованиями рынка, реализует свою продукцию по рыночным ценам.

К факторам, влияющим на интенсивное развитие логистических систем, можно отнести необходимость формирования глобальных цепей поставок, резкое сокращение жизненного цикла продукции, переориентацию традиционного производства на производство «под заказ» и массовую кастомизацию (mass customization), конструктивное усложнение товаров и стремительное расширение их разнообразия, внедрение новых логистических технологий доставки грузов, бурное развитие информационных систем и технологий поддержки логистического управления в режиме реального времени, стремление компаний сокращать совокупную стоимость и затраты времени, связанные с движением товаров, и т. д.<sup>1</sup>

Учет этих факторов потребовал от многих предприятий новых условий взаимодействия и обосновал необходимость выделения «экономических основ логистики и управления цепями поставок» в самостоятельную специальную дисциплину, позволяющую на основе изучения опыта, закономерностей развития логистических систем в условиях рыночной экономики и внедрения в практику бизнеса новейших управленческих технологий, эффективно управлять логистическими процессами на основе комплексного анализа системы показателей и критериев оценки эффективности снабженческой, производственной и сбытовой деятельности.

Построение эффективной логистической системы позволяет предприятиям решать ряд важных задач:

- синхронизировать объемы производства с объемами логистических операций складирования, грузопереработки и транспортировки;
- снижать потери и ущерб от логистических рисков;
- устанавливать целесообразные уровни кооперации в цепи поставок;
- рационализировать документооборот и информационные потоки, связанные с логистической деятельностью, и пр.

Отличительной чертой экономики логистики служит не только ее ориентация на предприятие (что отражает лишь корпоративные цели обслуживания не только сегмента рынка, но и территории, региона и даже страны в целом). Эффективность логистической системы становится часто ключевым фактором

<sup>1</sup> См.: *Моисеева Н. К.* Экономические основы логистики. С. 9.

национального успеха. Однако это утверждение не исключает важности экономики логистики для самих предприятий (особенно для средних и малых) с небольшими циклическими (во времени) потоками широкой номенклатуры грузов. В этом случае рационализация работ (транспортных, экспедиторских, складских, погрузочно-разгрузочных и т. д.) достигается путем высокоорганизованного логистического сервиса на основе оптимизации затрат и качества.

Таким образом, экономика логистики изучает экономические отношения, возникающие в экономическом пространстве логистики. В данном случае под экономическим пространством понимается насыщенная территория, вмещающая множество объектов и связи между ними. Среди его объектов — предприятия промышленности, торговли и сферы услуг, логистические мощности (транспортные, складские, терминальные), транспортные коммуникации, телекоммуникационные системы и т. д., которые взаимодействуют в соответствии с пространственной (территориальной) структурой экономики и пространственной (территориальной) организацией хозяйственных единиц, объединяемых материальными и сопровождающими их информационными и финансовыми потоками.

Экономическое пространство логистики коррелирует с понятием логистической системы, с которой связано представление об эффективной интеграции этой деятельности в рамках цепи поставок. Качество этого пространства определяется такими характеристиками, как плотность (валового продукта, ресурсов, основного капитала и т. д. на ед. площади пространства) и связанность (интенсивность экономических связей между частями и элементами этого пространства, условиями мобильности товаров, услуг, капитала и т. д., определяемыми развитием транспортных и коммуникационных сетей).

Для функционирования экономического пространства логистики необходимо принимать во внимание существование экономического расстояния, которое, в отличие от физического (выраженного в км), определяется прежде всего транспортными и транзакционными издержками (в том числе на преодоление физического расстояния).

Экономическое пространство логистических систем может охватывать различные формы организации хозяйства и типы пространственных структур. Необходимыми признаками и условиями существования экономического пространства логистики являются: общее экономическое (федеральное) законодательство, единство денежно-кредитной системы, единство таможенной территории и наличие качественных инфраструктурных систем (транспорта, связи и т. д.). Экономическое пространство логистики есть составная часть экономического пространства страны, единство которого обеспечивается Конституцией РФ, где зафиксированы следующие условия:

— гарантируемое единство экономического пространства, свободное перемещение товаров, услуг и финансовых средств, защита конкуренции, свобода экономической деятельности, не запрещенной законом (ст. 8);

— недопущение установления внутренних таможенных границ, пошлин, сборов и каких-либо иных препятствий для свободного движения товаров, услуг и финансовых средств;

— запрещение введения и эмиссии других денег в России, кроме рубля, и т. д.

Большинство стран мира, кроме самых малых, имеют неоднородное экономическое пространство. Эта особенность отличает Россию. Но даже в границах неоднородного экономического пространства выделяются особые части — анклав и эксклавы, которые приходится учитывать при рассмотрении экономических отношений в логистических системах.

Под *анклавом* понимается обособленный участок территории, который по отношению к окружающей его территории отличается специфическими условиями (экономическими, финансовыми, национально-культурными и т. п.). Типичными примерами анклавов являются свободные и офшорные экономические зоны, имеющие особые режимы внешнеэкономической и финансовой деятельности.

*Эксклав* — отдельная от основной территории страны ее часть. В Российской Федерации всеми признаками эксклава обладает Калининградская область, окруженная территориями Польши и Литвы. В определенном смысле эксклавами являются объекты за границей, находящиеся в собственности, в аренде или под юрисдикцией России. Эти особенности оказываются особенно важными при организации транспортных потоков.

Экономические основы логистики опираются на трехполюсную систему (треугольник): макроэкономика, микроэкономика и региональная (пространственная) экономика (рис. 5.1) и являются отражением теории общего экономического равновесия, экономического воспроизводства, экономического роста, теории устойчивого развития, а также теории международной торговли, международной экономической интеграции и т. д.<sup>1</sup>



Рис. 5.1. Источники формирования экономических основ логистики (как дисциплины)

<sup>1</sup> См.: Мусеева Н. К. Экономические основы логистики. С. 14.

Таким образом, к экономическим особенностям логистики можно отнести следующие:

- логистика — это составляющая обменных процессов, она необходима и экономически оправдана в высокоразвитой рыночной экономике, где товарность достигла своего наивысшего уровня;
- предметом экономических основ логистики и управления цепями поставок служат экономические отношения, возникающие в экономическом пространстве логистики, предусматривающие взаимодействие в соответствии со структурой экономики и пространственной организацией хозяйствующих субъектов;
- междисциплинарный характер экономики логистики предполагает взаимосвязанное рассмотрение как общих положений экономической теории, так и ее специальных приложений, а также и объединенный анализ положений макро-, микро- и региональной экономики;
- экономические особенности логистических систем требуют не только учета частных экономических эффектов элементов и звеньев цепей поставок, но и рассмотрение синергетического эффекта их взаимодействия (от локальных оценок субъектов управления логистическими системами к интегрированным показателям);
- экономические механизмы приспособления логистических систем к условиям острой конкуренции наряду с минимизацией издержек ориентированы на оптимальное сочетание затрат основного и оборотного капитала в рамках рыночной стратегии и обеспечиваемой ею прибыли;
- экономические основы логистики базируются на учете разнохарактерных факторов регулирования затрат по всей цепи поставок — от закупок до реализации исходя из динамики спроса, т. е. динамический аспект экономических процессов является преобладающим в логистике;
- основу экономического пространства логистики, охватывающего разные формы организации хозяйств и типы пространственных структур, составляет экономическое расстояние, определяемое транспортными и транзакционными издержками, а не только складскими издержками, затратами на создание и дислокацию запасов и т. д. Формирование цен в логистике также опирается на пространственные особенности логистических систем;
- качество экономического логистического пространства определяется плотностью и связанностью (интенсивностью экономических связей между частями этого пространства и условиями мобильности товаров, услуг, капитала);
- экономические характеристики ЛС зависят от экономических инноваций в ее элементах и их взаимосвязей в соответствии с теорией диффузии и регионального жизненного цикла, а также теории полюсов роста и осей развития;
- экономика логистики — как составляющая новой экономики, ориентированной на повышение уровня сервиса, — учитывает издержки рыночных транзакций и тем самым приобретает черты коммуникационной экономики;
- каждый раздел экономики логистики имеет специфику, определяемую природой логистических систем (пространственным и коммуникационным

компонентами), синергетическим эффектом (как результатом интеграции), глобализацией и воздействием развития информационных технологий.

Среди основополагающих принципов логистики следует особо выделить принцип общих затрат, т. е. необходимость оптимизировать общие затраты в ЛС, которые включают сумму операционных логистических издержек (затраты на транспортировку, складирование, грузопереработку и т. п.), трансакционные и другие управленческие расходы, затраты на страхование логистических рисков и потенциальных ущербов от неправильных логистических решений, затраты на иммобилизацию средств в запасах и размер упущенной выгоды.

Для того чтобы экономические решения в логистике были обоснованными и соответствовали современным тенденциям развития, необходимо изучать особенности ресурсного обеспечения логистических систем и возможности воздействия экономических механизмов на эффективность поставок, производства и обслуживания.

## 5.2. Управление затратами в логистических системах

### 5.2.1. Издержки, затраты, расходы и себестоимость как экономические категории

Международный опыт бизнеса показывает, что на конкурентных рынках подчас критическими становятся не внешние, а внутренние конкурентные преимущества. Правильная система контроля и управления затратами позволяет их снижать, а значит, снижать риски бизнеса, с одной стороны, и получить большую прибыль при той же цене и обороте — с другой.

В экономической теории утвердился подход, согласно которому любое коммерческое предприятие стремится принимать такие решения, которые обеспечивали бы ему получение максимально возможной прибыли. Прибыль зависит в основном от цены продукции и затрат на ее производство и реализацию.

Цена продукции на рынке есть следствие взаимодействия спроса и предложения. Под воздействием законов рыночного ценообразования в условиях свободной конкуренции цена продукции не может быть выше или ниже по желанию производителя или покупателя, она выравнивается автоматически. Другое дело — затраты, формирующие себестоимость продукции. Они могут возрастать или снижаться в зависимости от объема потребляемых трудовых и материальных ресурсов, уровня техники, организации производства и других факторов. Следовательно, *производитель располагает множеством рычагов снижения затрат, которые он может привести в действие при умелом руководстве.*

В экономической литературе и нормативных документах часто применяются такие термины, как «издержки», «затраты», «расходы», «себестоимость». Неправильное определение этих понятий может исказить их экономический смысл.

**Издержки** — это выраженные в денежной форме затраты, обусловленные расходом разных видов экономических ресурсов (сырья, материалов,

труда, основных средств, услуг, финансовых ресурсов) в процессе производства и обращения продукции (товаров). Подразумевается, что издержки включают в себя как явные (расчетные), так и вмененные (альтернативные) издержки. **Явные (расчетные) издержки** — это выраженные в денежной форме фактические затраты, обусловленные приобретением и расходованием разных видов экономических ресурсов в процессе производства и обращения продукции, товаров или услуг. **Альтернативные (вмененные) издержки** означают упущенную выгоду предприятия, которую оно получило бы при выборе производства альтернативного товара, по альтернативной цене, на альтернативном рынке и т. д.

Под **затратами** следует понимать явные (фактические, расчетные) расходы предприятия, т. е. стоимостные оценки ресурсов, используемые организацией в процессе своей деятельности на производство, обращение и сбыт продукции.

Определение расходов как экономической категории в составе информации, формируемой в бухгалтерском учете, дано в ПБУ10/99 «Расходы организации». Согласно ему признание расходов в бухгалтерском учете происходит при наличии следующих условий:

- расход производится в соответствии с конкретным договором, требованием законодательных и нормативных актов, обычаями делового оборота;
- сумма расхода может быть определена;
- фактические траты денежных средств подтверждены полным пакетом документов, оформленных в соответствии с нормами и требованиями к заполнению первичной бухгалтерской отчетности;
- имеется уверенность в том, что в результате конкретной операции произойдет уменьшение экономических выгод организации.

Если в отношении любых расходов, осуществленных организацией, не исполнено хотя бы одно из названных условий, то она либо будет не вправе принять данные расходы на баланс организации, либо в бухгалтерском учете будет признана дебиторская задолженность.

Таким образом, **расходами организации** признается стоимость использованных ресурсов, которые полностью потрачены (израсходованы) в течение определенного периода времени для получения дохода. Такой подход называется соответствием расходов и доходов. Исходя из этого в бухгалтерском учете все доходы должны соотноситься с затратами на их получение, называемыми расходами. В бухгалтерском учете доходы и расходы отражаются соответственно по дебету и кредиту счетов «Прочие доходы и расходы» и «Прибыли и убытки». Применительно к счету «Продажи» расходы организации по существу характеризуют себестоимость реализованной продукции (работ, услуг).

Себестоимость продукции в условиях перехода к рыночной экономике является важнейшим показателем производственно-хозяйственной деятельности предприятий. Себестоимость продукции (работ, услуг) предприятия складывается из затрат, связанных с использованием в процессе производства продукции (работ, услуг) природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов, а также других затрат на ее производство

и реализацию. От уровня себестоимости продукции зависят объем прибыли и уровень рентабельности.

Исчисление себестоимости продукции предприятию необходимо для:

- оценки выполнения плана по данному показателю и его динамики;
- определения рентабельности производства и отдельных видов продукции;
- осуществления внутрипроизводственного хозрасчета;
- выявления резервов снижения себестоимости продукции;
- определения цен на продукцию;
- исчисления национального дохода в масштабах страны;
- расчета экономической эффективности внедрения новой техники, технологии и организационно-технических мероприятий;
- обоснования решений о производстве новых видов продукции и снятия с производства устаревших.

В настоящее время состав затрат, включаемых в себестоимость продукции, регламентируется Налоговым кодексом РФ. Следует отметить, что данный документ вообще не включает понятия себестоимости. Согласно ст. 247 НК РФ, «полученные доходы, уменьшенные на величину произведенных расходов», образуют прибыль организации. Расходами признаются обоснованные и документально подтвержденные затраты, осуществленные, понесенные налогоплательщиком. Из этого следует, что Налоговый кодекс трактует понятия «расходы» и «затраты» одинаково.

Таким образом, с экономической точки зрения **себестоимость продукции (работ, услуг)** — это затраты предприятия, связанные с производством и реализацией продукции.

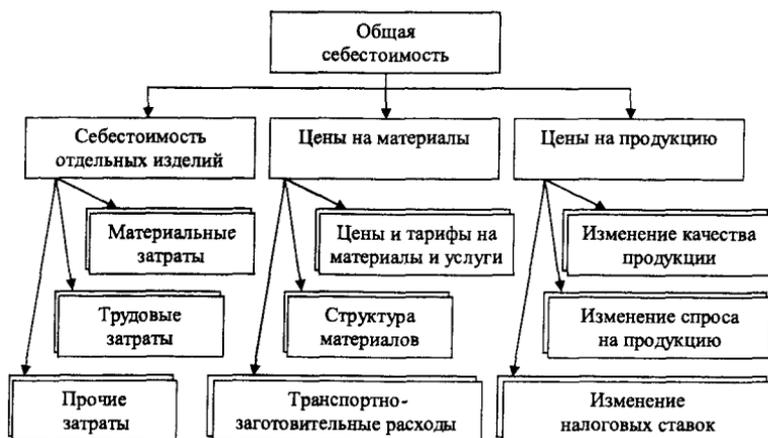


Рис. 5.2. Факторы, оказывающие влияние на себестоимость продукции

Себестоимость продукции — показатель качественный, в котором отражаются результаты хозяйственной деятельности организации, ее достижения и имеющиеся резервы. *Чем экономичнее организация использует трудовые, материальные и финансовые ресурсы при изготовлении изделий, выполнении работ и оказании услуг, тем значительнее эффективность производственно-сбытового процесса, тем больше будет прибыль.*

На себестоимость продукции могут оказывать влияние следующие факторы, представленные на рис. 5.2. В целях эффективной работы логистической системы изменение данных факторов необходимо отслеживать и по возможности устранять их негативные влияния.

Таким образом, с экономической точки зрения **себестоимость продукции (работ, услуг)** — это затраты предприятия, связанные с производством и реализацией продукции. В реальных экономических условиях в целях победы в конкурентной борьбе необходимо стремиться к снижению себестоимости продукции без потерь в ее качестве благодаря применению современных концепций и методов логистического управления. Но прежде чем переходить к решительным действиям по снижению затрат, их необходимо правильно подсчитать и распределить между различными видами выпускаемой продукции.

### Пример

Себестоимость товарной продукции в отчетном году составила 360 тыс. руб.

Затраты на 1 рубль товарной продукции — 0,90 руб. В будущем году предполагается увеличить объем производства продукции на 10%. Затраты на 1 рубль товарной продукции планируются в будущем году на уровне 0,85 руб.

Определите себестоимость товарной продукции будущего года.

### Решение

1. Рассчитаем объем товарной продукции в отчетном периоде исходя из формулы расчета себестоимости через затраты на 1 единицу продукции:

$$\boxed{\text{Себестоимость продукции}} = \boxed{\text{Затраты на 1 единицу продукции}} \times \boxed{\text{Объем продукции}}$$

$$\begin{aligned} \text{объем товарной продукции в отчетном периоде} &= 360 \text{ тыс. руб.} : 0,90 \text{ руб.} = \\ &= 400 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

2. Рассчитаем объем товарной продукции в будущем году с учетом увеличения производства продукции на 10%:

$$\begin{aligned} \text{объем товарной продукции в будущем году} &= 400 \text{ тыс. руб.} + \\ &+ (400 \text{ тыс. руб.} \times 0,10) = 440 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

3. Рассчитаем себестоимость товарной продукции будущего года:

$$\begin{aligned} \text{себестоимость товарной продукции будущего года} &= \\ &= 440 \text{ тыс. руб.} \times 0,85 = 374 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

### 5.2.2. Классификация затрат

В логистическом менеджменте целью любой классификации затрат должно быть оказание помощи руководителям логистических систем в принятии правильных, рационально обоснованных решений. Принимая решения, менеджер должен знать степень влияния затрат на уровень себестоимости и рентабельности производства. Поэтому суть процесса классификации затрат — это выделить ту часть затрат, на которые можно повлиять и которыми эффективно можно управлять. В соответствии с направлениями учета затрат принято выделять следующие классификационные группы затрат (табл. 5.1).

Общая схема затрат на предприятии представлена на рис. 5.3.

Если предприятие в течение года не может выпускать продукцию или предоставлять услуги, то производственные затраты можно считать убытком отчетного года, а их величина теоретически считается минимальным риском.

Рассмотрим более подробно отдельные виды затрат, наиболее существенных для определения себестоимости, оценки стоимости запасов и полученной прибыли.

Таблица 5.1

Классификация затрат

Признак (цель) классификации	Виды затрат
Управление себестоимостью, оценка стоимости запасов и полученной прибыли	Прямые и косвенные Основные и накладные Производственные и непроизводственные Одноэлементные и комплексные
Принятие решений, планирование и прогнозирование	Постоянные и переменные Принимаемые и непринимаемые Безвозвратные Приростные и предельные Планируемые и непланируемые
Контроль и регулирование	Регулируемые и нерегулируемые Эффективные и неэффективные В пределах норм и по отклонениям от норм Контролируемые и неконтролируемые

1. Учет общей суммы затрат на производство организуют по экономическим элементам затрат, а учет и калькуляцию себестоимости отдельных видов продукции, работ и услуг — по статьям затрат. Такой вид классификации определяется экономическим содержанием произведенных затрат.

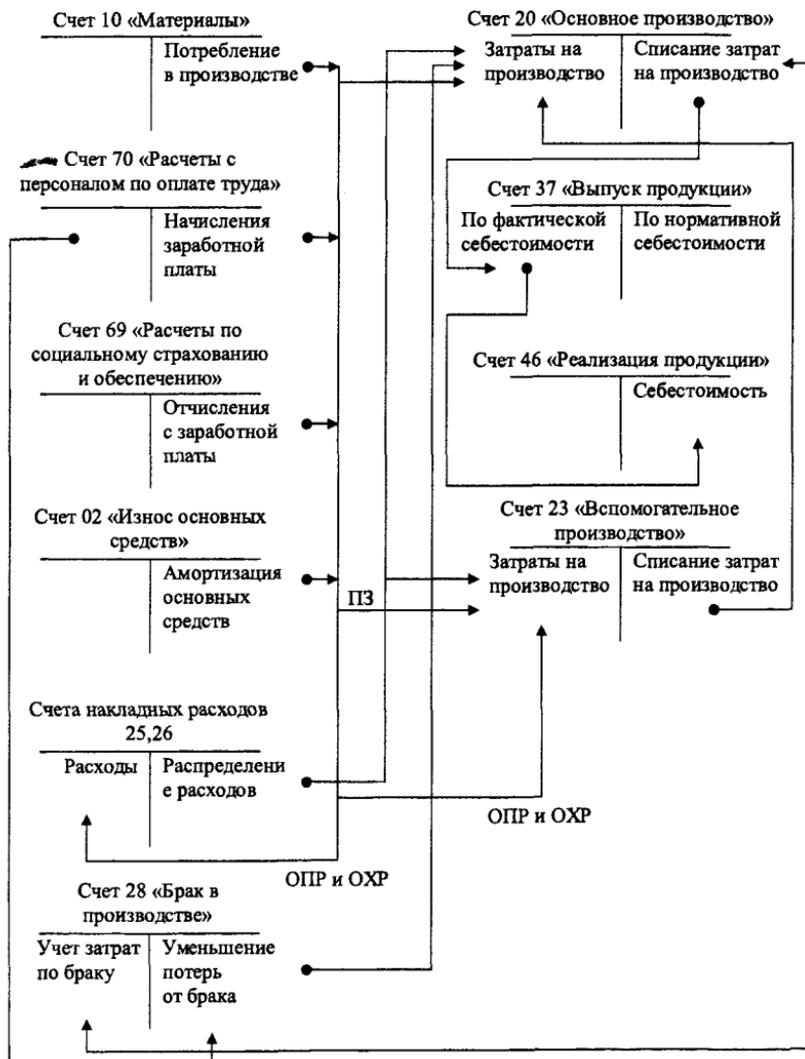


Рис. 5.3. Типовая схема учета затрат промышленного предприятия

**Экономический элемент** представляет собой однородный вид затрат, который нельзя разложить на какие-либо составные части. По экономическим элементам составляют сметы затрат. Выделяют пять элементов затрат:

- материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов);
- затраты на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизация основных фондов;
- прочие затраты.

1. Материальные затраты — это затраты на сырье и основные материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты, вспомогательные материалы, топливо, энергию и т. д.

Стоимость материальных ресурсов формируется исходя из цен их приобретения (без НДС), наценок, комиссионных вознаграждений, уплачиваемых снабженческим и вышестоящим экономическим организациям, таможенных пошлин, стоимости услуг, товарных бирж, включая брокерские услуги, оплаты за транспортировку, хранение и доставку, осуществляемые сторонними организациями.

В этом элементе отражаются также затраты на работы и услуги производственного характера, выполняемые сторонними организациями. Например, это могут быть затраты на транспортные услуги, выполнение отдельных операций по изготовлению продукции, ремонт основных фондов и др.

Потери от недостачи поступивших материальных ресурсов включаются в себестоимость продукции в пределах норм естественной убыли.

2. В элементе «Затраты на оплату труда» отражаются затраты на оплату труда основного персонала предприятия. На себестоимость продукции относятся все расходы на оплату труда по той категории работников, которая занята основной (уставной) деятельностью.

В этом элементе отражаются: выплаты по заработной плате, начисленные исходя из сдельных расценок, тарифных ставок, должностных окладов персонала предприятия; выплаты по установленным системам премирования работников предприятия, в том числе вознаграждения по итогам работы за год. Также включается стоимость продукции, выдаваемой в порядке натуральной оплаты труда (сельскохозяйственная продукция, товары народного потребления и т. п.). В этом же элементе отражаются расходы на оплату труда работников-совместителей, а также не состоящих в штате предприятия, за выполнение ими работ по заключенным договорам гражданско-правового характера (включая договор подряда).

К стимулирующим выплатам относятся выплаты, связанные с районным регулированием заработной платы, предусмотренные законодательством РФ. Поэтому в эти затраты включаются выплаты на оплату проезда один раз в два года к месту использования отпуска на территории РФ и обратно, а также стоимость провоза багажа для лиц, работающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях.

Компенсирующими выплатами считаются компенсации, выплачиваемые матерям, состоящим в трудовых отношениях на условиях найма независимо от

форм собственности и находящимся в отпуске по уходу за ребенком до достижения им трехлетнего возраста.

Также в этот элемент включаются выплаты работникам в связи с реорганизацией предприятий или сокращением численности работников. На себестоимость относится заработная плата по основному месту работы специалистов предприятия во время их обучения с отрывом от работы в системе повышения квалификации и переподготовки кадров.

3. В элементе «Отчисления на социальные нужды» отражаются обязательные страховые взносы, установленные законодательством.

В этом элементе отражаются страховые взносы, вносимые во внебюджетные фонды по установленным тарифам от затрат на оплату труда работникам, включаемым по элементу «Затраты на оплату труда», кроме тех видов выплат, на которые страховые взносы не начисляются.

Страховые взносы не начисляются на выплаты, носящие единовременный либо компенсационный характер (командировочные расходы, материальная помощь, поощрительные выплаты в связи с юбилейными датами и т. д.).

4. В элементе «Амортизация основных фондов» отражается сумма амортизационных отчислений на их полное восстановление.

Основные фонды (ОФ) — созданные общественным трудом потребительные стоимости (произведенные активы), которые длительное время неоднократно или постоянно в неизменной натурально-вещественной форме используются в экономике. В практике учета и статистики к основным фондам относят объекты со сроком службы не менее года и стоимостью, устанавливаемой в зависимости от динамики цен на продукцию фондообразующих отраслей.

По натурально-вещественным признакам основные фонды подразделяются по видам на:

- здания — строительные объекты, обеспечивающие нормальные условия труда и выполнение отдельных функций производства (производственные корпуса заводов и фабрик, складские помещения, депо и т. п.);

- сооружения — инженерно-строительные объекты, выполняющие технические функции, необходимые для осуществления производственного процесса (шахты, нефтяные и газовые скважины, дымовые трубы, эстакады и т. д.);

- передаточные устройства — коммуникации, с помощью которых осуществляется передача различных видов энергии, а также жидких и газообразных веществ (внутрипроизводственные нефтегазопроводы, электросети, теплосети, паропроводы и т. д.);

- машины и оборудование, включающие в свой состав следующие средства труда:

- силовые машины и оборудование — средства труда, преобразующие один вид энергии в другой;

- рабочие машины и оборудование — орудия труда, непосредственно воздействующие на предмет труда или участвующие в технологическом процессе производства продукции;

— измерительные и регулирующие приборы, устройства и лабораторное оборудование — оборудование для измерения параметров и регулирования процессов производства, имеющие самостоятельное значение и не являющиеся составной частью машин;

— вычислительная техника — устройства, применяемые для выполнения вычислительных работ (ЭВМ, компьютеры, табуляторы, перфораторы). В этой группе из общего итога выделяются самостоятельной позицией автоматические средства труда;

- транспортные средства — технические средства для перемещения грузов и людей (автомобили, вагоны, электрокары и т. д.);

- инструменты общего назначения (электродрели, зубила, молотки);

- производственный инвентарь и принадлежности, служащие для охраны труда, облегчения производственных операций и для хранения материалов (групповые ограждения машин, верстаки, чаны, бочки и др.);

- хозяйственный инвентарь — предметы организации конторского труда и хозяйственного обзаведения (мебель, пишущие машинки и т. п.);

- прочие основные фонды — технические библиотеки и другие объекты, не вошедшие ни в одну из перечисленных групп.

**Амортизация** — это постепенный перенос стоимости **ОФ** на выпускаемую продукцию, т. е. для возмещения физического и морального износа **ОФ** их стоимость в виде амортизационных отчислений включается в затраты на производство продукции.

Амортизационные отчисления производятся предприятиями ежемесячно исходя из установленных норм амортизации и стоимости **ОФ** предприятия.

**Норма амортизации** представляет собой установленный государством годовой процент погашения стоимости основных фондов и определяет сумму ежегодных амортизационных отчислений, т. е. — это отношение суммы годовых амортизационных отчислений к стоимости **ОПФ**, выраженное в процентах.

Амортизационные отчисления имеют особенности исчисления:

- во-первых, по машинам, оборудованию, транспортным средствам по истечении срока службы прекращается начисление амортизации, так как раньше начисления производились в течение всего периода эксплуатации, вне зависимости от того, на какой срок службы они рассчитаны;

- во-вторых, в целях повышения заинтересованности предприятий в обновлении основных фондов возможно применение ускоренной амортизации, т. е. полное перенесение балансовой стоимости этих фондов на себестоимость в более короткие сроки.

Ускоренная амортизация позволяет:

- ускорить процесс обновления основных фондов;

- накопить достаточно средств (в виде амортизационных отчислений) для реконструкции производства;

- уменьшить налог на прибыль;

- увеличить объем производства и уменьшить себестоимость.

Годовая сумма начисления амортизационных отчислений определяется:

- при линейном способе — исходя из первоначальной стоимости объекта основных средств и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта;
- при способе уменьшаемого остатка — исходя из остаточной стоимости объекта основных средств на начало отчетного года и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта;
- при способе списания стоимости по сумме чисел лет срока полезного использования — исходя из первоначальной стоимости объекта основных средств и годового соотношения, где в числителе — число лет, остающихся до конца срока службы объекта, а в знаменателе — сумма чисел лет срока службы объекта.

Начисления амортизации производятся ежемесячно по нормам, которые, как правило, установлены в процентах к балансовой стоимости основных фондов.

Амортизация начисляется только в течение нормативного срока службы основных фондов.

Решение о применении ускоренной амортизации заблаговременно сообщается в налоговую инспекцию. Начисленные амортизационные отчисления должны использоваться строго по назначению — на воспроизводство основных фондов.

5. К элементу «Прочие затраты» в составе себестоимости продукции относятся налоги, сборы, платежи (включая по обязательным видам страхования), отчисления в страховые фонды (резервы) и другие обязательные отчисления, вознаграждения за изобретения, затраты на оплату процентов по полученным кредитам. Также относятся затраты на оплату работ по сертификации продукции, затраты на командировки, на подготовку и переподготовку кадров, оплата услуг связи, банков, плата за аренду, в случае аренды отдельных объектов ОПФ, и другие затраты, входящие в состав себестоимости продукции, но не относящиеся к ранее перечисленным элементам затрат.

Для поддержания основных фондов в рабочем состоянии необходимо периодически проводить текущий, средний и капитальный ремонт. Затраты на проведение всех видов ремонтов включаются в себестоимость по-разному. Фактические расходы на ремонт основных фондов в полном объеме можно отразить в составе различных элементов затрат (материальные затраты, затраты на оплату труда и т. д.).

Кроме того, предприятиям разрешено образовывать резерв средств (ремонтный фонд) для обеспечения равномерного включения издержек на проведение всех видов ремонта основных фондов в составе «Прочих затрат». Издержки определяются исходя из балансовой стоимости основных фондов и нормативов отчислений, которые предприятия самостоятельно разрабатывают и утверждают. Однако на практике фактические расходы по ремонту могут превышать начисленные отчисления в ремонтный фонд. Для этого предприятия отражают разницу между фактической стоимостью и суммой, начисленной по нормативу, в составе расходов будущих периодов. В элемент «Прочие затраты» входят расходы на оплату процентов по полученным кредитам банков. На себестоимость не относятся проценты за отсрочки оплаты коммерческих кредитов, которые предоставляются поставщиками (производителями работ, услуг) по поставлен-

ным товарно-материальным ценностям (выполненным работам или оказанным услугам).

Следует иметь в виду, что при предоставлении во временное пользование денежных средств на себестоимость продукции можно отнести лишь затраты на оплату процентов по кредитам банков. В состав «Прочих затрат» включается износ нематериальных активов. Под нематериальными активами понимаются затраты предприятий в нематериальные объекты, используемые в течение долгосрочного периода в хозяйственной деятельности и приносящие доход. К нематериальным объектам относятся различного рода права, например: права пользования земельными участками, монопольные права и привилегии, а также патенты, лицензии. Нематериальными активами считают также программные продукты, торговые марки, товарные знаки, организационные расходы (включая плату за государственную регистрацию предприятия, брокерское место и т. п.) и др.

Для контроля за составом затрат по местам их совершения необходимо знать не только то, что затрачено в процессе производства, но и на какие цели эти затраты произведены, т. е. учитывать затраты по направлениям, по отношению к технологическому процессу. Такой учет позволяет анализировать себестоимость по ее составным частям и по некоторым видам продукции, устанавливать объемы затрат отдельных структурных подразделений. Решение этих задач осуществляется за счет применения классификации затрат по статьям калькуляции, т. е. поэлементная калькуляция необходима для определения структуры затрат (соотношения их удельных весов), составления смет, анализа и выявления резервов, для организации учета и формирования затрат, исчисления себестоимости.

*Перечень статей калькуляции, их состав и методы распределения по видам продукции* определяются в соответствии с отраслевыми методическими рекомендациями исходя из особенностей технологии и организации производства самим предприятием.

*Однако существует примерная типовая номенклатура статей затрат для различных производств.*

1. Сырье и материалы.
  2. Покупные изделия, полуфабрикаты и услуги сторонних организаций.
  3. Возвратные отходы (вычитаются).
  4. Топливо и энергия на технологические цели.
  5. Транспортно-заготовительные расходы.
- Итого: Материалы.
6. Основная заработная плата производственных рабочих.
  7. Дополнительная заработная плата производственных рабочих.
  8. Отчисления на социальные нужды от основной и дополнительной заработной платы.
  9. Расходы на подготовку и освоение производства.
  10. Расходы на содержание и эксплуатацию машин и оборудования.
  11. Общепроизводственные расходы.
- Итого: Цеховая себестоимость.

12. Общехозяйственные расходы.

13. Потери от брака.

Итого: Производственная себестоимость.

12. Коммерческие (внепроизводственные) расходы.

Всего: Полная себестоимость.

**Затраты по статьям калькуляции** по своему составу шире элементных, так как учитывают характер и структуру производства, создавая достаточную базу для анализа.

**II. Прямые и косвенные затраты.** К **прямым затратам** относят прямые материальные затраты и прямые затраты на оплату труда. Они учитываются по дебету сч. 20 «Основное производство», и их можно отнести непосредственно на определенное изделие на основании первичных документов.

**Косвенные расходы** невозможно прямо отнести на какое-либо изделие. Они распределяются между отдельными изделиями согласно выбранной организационной методике (пропорционально основной заработной плате производственных рабочих, количеству отработанных станко-часов, часов отработанного времени и т. п.). Эта методика описывается в учетной политике предприятия.

**Косвенные расходы подразделяются** на две группы:

- **общепроизводственные (производственные) расходы** — это общехозяйственные расходы на организацию, обслуживание и управление производством. В бухгалтерском учете информация о них накапливается на сч. 25 «Общепроизводственные расходы»;

- **общехозяйственные (непроизводственные) расходы** осуществляются в целях управления производством. Они напрямую не связаны с производственной деятельностью организации и учитываются на сч. 26 «Общехозяйственные расходы». Отличительной особенностью общехозяйственных расходов является то, что они не меняются в зависимости от изменения объема производства (продаж). Изменить их можно управленческими решениями, а степень их покрытия — объемом продаж.

Деление затрат на прямые и косвенные зависит от способа отнесения затрат на себестоимость продукции, и в общем виде состав косвенных расходов представлен на рис 5.4.

В современных условиях хозяйствования в коммерческих организациях особую актуальность приобретают вопросы распределения косвенных расходов между видами выпускаемой ими продукции (работ, услуг). Их, как правило, распределяют сначала по видам (направлениям) деятельности, а затем (внутри каждого вида деятельности) — по видам выпускаемой продукции. От того, насколько рационально они распределены, зависит точность определения себестоимости по отдельным технологическим линиям и видам продукции. Последнее, в свою очередь, имеет большое значение для политики предприятия в области ценообразования и его структурной политики (формирование номенклатуры выпуска и реализации продукции).

Существуют **три основных метода распределения косвенных затрат между производственными подразделениями:**



Рис. 5.4. Классификация косвенных расходов

- метод прямого распределения затрат;
- пошаговый (последовательный) метод распределения затрат;
- метод взаимного распределения затрат (двухсторонний).

**Метод прямого распределения косвенных затрат** наиболее прост: расходы по каждому обслуживаемому подразделению относятся на производственные подразделения напрямую, минуя прочие обслуживающие подразделения. Он применяется в тех случаях, когда непроизводственные центры ответственности не оказывают друг другу услуги.

Преимуществом этого метода являются его простота и нетрудоемкость. Главным же его недостаток состоит в том, что он ведет к серьезным искажениям при определении реальной себестоимости различных видов продукции.

Например, на предприятии выпускается два вида продукции — А и Б. При этом изделие А выпускается на основе машинной технологии, а изделие Б — с использованием ручного труда. Тогда при применении базы распределения «Прямые затраты труда» себестоимость первого вида продукции будет занижена, второго — завышена, а при применении базы распределения «Часы работы оборудования» — наоборот.

**Пошаговый метод распределения производственных косвенных расходов** применяется в тех случаях, когда непроизводственные подразделения оказывают друг другу услуги в одностороннем порядке. Например, услуги ремонтного цеха в одностороннем порядке потребляются складом готовой продукции и цехом основного производства, а услуги администрации — основным цехом, складом готовой продукции и ремонтным цехом. Процесс распределения непроизводственных затрат между производственными подразделениями осуществляется поэтапно.

**Шаг 1. Определение затрат по подразделениям.** Учитываются все затраты подразделения.

**Шаг 2. Определение базовой единицы,** т. е. единицы объема предоставляемых вспомогательным подразделением услуг, используя которую можно легко определить потребление этих услуг другими подразделениями. Например, для ремонтного цеха — это количество времени на ремонт; для транспортного цеха — пробег автотранспорта (км), складских помещений — площадь ( $m^2$ ) и т. д.

**Шаг 3. Распределение затрат.** Выполняется на основе выбранной базы распределения. Общий порядок распределения — от непроизводственных подразделений к производственным. В результате распределения все затраты непроизводственных подразделений должны быть присвоены производственным центрам затрат. После распределения затрат одного вспомогательного подразделения оно больше не учитывается и в дальнейшем исключается из процесса пошагового распределения, т. е. затраты других вспомогательных подразделений на его счет не распределяются.

Пошаговый метод распределения производственных косвенных расходов является более трудоемким, однако по сравнению с предыдущим методом дает более точную картину себестоимости отдельных видов продукции.

**Метод взаимного распределения затрат** назван двухсторонним, потому что отражает суть производственных отношений между центрами ответственности. Он применяется в тех случаях, когда между непроизводственными подразделениями происходит обмен внутрифирменными услугами. Однако вручную, без использования информационной системы управления, его можно применить лишь при наличии двух непроизводственных подразделений.

### Пример

Пусть на предприятии затраты склада потребляются ремонтным цехом, и наоборот. Тогда совокупные затраты склада будут равны собственным затратам и затратам, добавленным после распределения затрат ремонтного цеха. Аналогично совокупные затраты ремонтного цеха будут равны собственным затратам и части затрат склада, распределенным на него. Расчеты проведем в следующей последовательности.

### Решение

1. Определяем показатель, выступающий в роли базы распределения, и, основываясь на нем, рассчитываем соотношение между подразделениями, участвующими в распределении затрат (в качестве базы распределения определим прямые затраты) (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Данные о соотношении затрат между подразделениями

Подразделения, оказывающие услуги	Подразделения, потребляющие услуги				Итого
	склад	ремонтный цех	основной цех № 1	основной цех № 2	
<b>Склад</b>					
Прямые затраты, у. д. е.	—	900	1200	1000	3100
Доля прямых затрат в общей их сумме, %	—	29,0	38,7	32,3	100,0
<b>Ремонтный цех</b>					
Прямые затраты, у. д. е.	700	—	1200	1000	2900
Доля прямых затрат в общей их сумме, %	24,1	—	41,4	34,5	100,0

2. Рассчитываем затраты непроизводственных подразделений, скорректированные с учетом двухстороннего потребления услуг. Для этого составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \text{PM} = 900 + 0,29 \text{СК} \\ \text{СК} = 700 + 0,241 \text{PM}, \end{cases}$$

где СК — скорректированные затраты склада, у. д. е.;

PM — скорректированные затраты ремонтного цеха, у. д. е.

Решаем систему уравнений методом подстановки:

$$PM = 900 + 0,29 (700 + 0,241 PM);$$

$$PM = 900 + 203 + 0,07 PM;$$

$$0,93 PM = 1103;$$

$$PM = 1186 \text{ (у. д. е.)}$$

$$\text{Тогда СК} = 700 + 0,242 \times 1186 = 987 \text{ (у. д. е.)}$$

3. Скорректированные затраты распределяются между подразделениями (табл. 5.3).

Таблица 5.3

**Результаты распределения затрат непроизводственных подразделений предприятия**

Распределение затрат непроизводственных подразделений	Производственные подразделения		Итого
	основной цех № 1	основной цех № 2	
<b>Склад</b>			
$1186 \times 0,414$	491	—	—
$1186 \times 0,345$	—	409	—
<b>Ремонтный цех</b>			
$987 \times 0,387$	382	—	—
$987 \times 0,323$	—	318	—
Всего распределено	873	727	1600
Прямые затраты	1200	1000	2200
Итого затрат	2073	1727	3800

III. Поскольку управленческие решения, как правило, ориентированы на перспективу, руководству необходима детальная информация об ожидаемых расходах и доходах. В этой связи в логистическом менеджменте выделяют классификационные группы затрат, которые учитываются при принятии решений, планировании и прогнозировании. И наиболее содержательным в достижении цели оценки эффективности принимаемых решений является деление затрат на **постоянные и переменные**.

Объективно описать поведение затрат можно, изучив их зависимость от объемов производства, т. е. разделив затраты на постоянные и переменные.

**Переменные затраты** возрастают или уменьшаются пропорционально объему производства продукции (оказания услуг, товарооборота), т. е. зависят от деловой активности организации. Переменный характер могут иметь как производственные, так и непроизводственные затраты. Примерами производственных переменных затрат служат стоимость сырья и материалов, прямые затраты на оплату труда, силовая электроэнергия, затраты на вспомогательные материалы и покупные полуфабрикаты. Примерами *переменных непроизводственных затрат* служат расходы на складирование, транспортировку, упаковку готовой продукции, меняющиеся прямо пропорционально объему производства.

Переменные затраты характеризуют стоимость собственно продукта, все остальные (постоянные затраты) — стоимость самого предприятия. Рынок не интересуется стоимостью предприятия, его интересуется стоимость продукта. Со-

вокупные переменные затраты имеют линейную зависимость от показателя деловой активности предприятия.

Производственные затраты, которые остаются практически неизменными в течение отчетного периода, не зависят от деловой активности предприятия, называются *постоянными производственными затратами*. Даже при изменении объемов производства (продаж) они не изменяются. Постоянные затраты — это расходы на заработную плату управленческого персонала, амортизационные отчисления помещений заводууправления, услуги связи, командировочные и другие управленческие расходы. На практике руководством организации заранее принимаются решения о том, какими должны быть постоянные затраты на основе планируемых смет по группам этих расходов.

Основная цель разделения общих затрат на постоянные и переменные — это подготовка данных для расчета точки безубыточности (критической точки) и проведения маржинального анализа, в том числе графическим методом, которые наглядно демонстрируют эффект операционного рычага.

### **5.2.3. Анализ «затраты — объем производства — прибыль»**

Действие операционного рычага основано на том, что при наращивании/сокращении объемов производства меняется соотношение между переменными и постоянными издержками, и в результате прибыль увеличивается/снижается в соответствии с изменениями объемов деятельности.

Важный объект анализа ситуации, проводимого в целях принятия верного управленческого решения, — заданная рынком цена на продукцию, в которую предприятию нужно не только вписаться со своими издержками, но еще и получить прибыль. *Если прямые затраты на единицу продукции, складывающиеся из стоимости материалов, заработной платы рабочих, электроэнергии и т. п., превышают цену, то проблемы с принятием управленческого решения не возникает. Подобная технология производства продукции не имеет права на жизнь, производство следует прекратить.*

Проблема возникает в нормальной ситуации, когда прямые затраты меньше рыночной цены. Так, при малых объемах производства выручка от реализации продукции слишком мала, чтобы покрыть постоянные затраты, связанные с функционированием предприятия, и оно становится убыточным. По мере роста объемов производства выручка растет и при достижении определенной величины (так называемой точки безубыточности или критического объема продаж) покрывает все расходы на производство и реализацию продукции, но еще не дает прибыли. Дальнейший рост объемов производства приводит уже к росту прибыли. Таким образом, основная идея операционного анализа заключается в сопоставлении трех переменных величин «затраты — объем производства — прибыль».

Анализ «затраты — объем — прибыль» — это анализ поведения затрат, в основе которого лежит взаимосвязь затрат, объема производства, выручки (дохода) и прибыли. Это инструмент управленческого планирования и контроля. Ука-

занные взаимосвязи формируют основную модель финансовых потоков предприятия, что позволяет менеджеру использовать результаты анализа по данной модели для краткосрочного планирования и оценки альтернативных решений.

Анализ «затраты — объем — прибыль» позволяет отыскать наиболее выгодное соотношение между переменными и постоянными затратами, ценой и объемом производства продукции.

**Валовая маржа** (от фр. *marge* — разница, край), или **маржинальный доход**, — это разница между выручкой от реализации и переменными затратами, или сумма постоянных затрат и прибыли.

**Прибыль** — разница между валовой маржой и постоянными затратами или между выручкой от реализации и суммой постоянных и переменных затрат.

Главная роль в выборе стратегии поведения предприятия принадлежит именно маргинальному доходу. Очевидно, что добиться увеличения прибыли можно, увеличив маржинальный доход. Достичь этого возможно разными способами:

- снизить цену продаж и соответственно увеличить объем реализации;
- увеличить постоянные затраты и увеличить объем;
- пропорционально изменить переменные, постоянные затраты и объем выпуска продукции.

Маржинальный доход в расчете на единицу продукции также оказывает существенное влияние на выбор модели поведения фирмы на рынке.

Цель анализа величин в точке безубыточности состоит в нахождении уровня деятельности (объема производства), когда выручка от реализации становится равной сумме всех переменных и постоянных затрат, причем прибыль организации равна нулю, т. е. **точка безубыточности** — это тот объем продаж, при котором предприятие не имеет ни прибыли, ни убытка. Таким образом, по достижении объемов реализации уровня точки безубыточности организация начинает зарабатывать прибыль.

При практическом использовании эффекта операционного рычага следует помнить, что в основе данного анализа лежат определенные допущения, и необходимо выяснить, соответствует ли им реальная ситуация. Если меняются условия, то изменится и поведение затрат. Игнорирование допущений анализа «затраты — объем — прибыль» может привести к необоснованным решениям и прочим негативным явлениям. Например, многие допущения, которые лежат в основе анализа, могут практически полностью изменить результат, лежащий за пределами области релевантности.

**Релевантный** (от англ. *relevant* — уместный, относящийся к делу) диапазон объемов производства — это такой объем, в котором допустимо использование бухгалтерской упрощенной (линейной) модели операционного рычага. Дело в том, что в реальной экономической модели выручка от реализации и суммарные затраты не являются прямыми линиями, но в целях упрощения решения задачи это допустимо для некоторого (релевантного) диапазона переменных.

**Пример**

Рассчитать выручку, валовую маржу, прибыль, критическую точку реализации (точку безубыточности), силу операционного рычага и построить график безубыточности, если известны следующие значения показателей работы производственного предприятия (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Показатель	Единица измерения	Значение показателя
Постоянные издержки	тыс. руб. / год	60
Переменные издержки	руб. / шт.	10
Цена единицы продукции	руб. / шт.	20
Фактический объем реализации	тыс. шт. / год	8
Релевантный диапазон объемов производства	тыс. шт. / год	от 4 до 12

**Решение**

1. Рассчитаем выручку, валовую маржу, прибыль, критическую точку реализации (точку безубыточности). Для этого используем следующие формулы:

$$\begin{aligned}
 \text{Выручка от реализации} &= \text{Цена единицы продукции} \times \text{Объем реализации} \\
 \text{Валовая маржа} &= \left( \text{Цена единицы продукции} \times \text{Объем реализации} \right) - \left( \text{Переменные издержки} \times \text{Объем реализации} \right) \\
 \text{ПРИБЫЛЬ} &= \left( \text{Цена единицы продукции} - \text{Переменные издержки} \right) \times \text{Объем реализации} - \text{Постоянные издержки} \\
 \text{Критическое значение объема реализации} &= \frac{\text{Постоянные издержки}}{\left( \text{Цена единицы продукции} - \text{Переменные издержки} \right)}
 \end{aligned}$$

$$\text{Выручка от реализации} = 20 \text{ руб./шт.} \times 8000 \text{ шт./г.} = 160\,000 \text{ руб./г.}$$

$$\text{Валовая маржа} = 160\,000 \text{ руб./г.} - 10 \text{ руб./шт.} \times 8000 \text{ шт./г.} = 80\,000 \text{ руб./г.}$$

$$\begin{aligned} \text{Прибыль} &= (20 \text{ руб./шт.} - 10 \text{ руб./шт.}) \times 8000 \text{ шт./г.} - 60\,000 \text{ руб./г.} = \\ &= 20\,000 \text{ руб./г.} \end{aligned}$$

$$\text{Критическое значение объема реализации, Q кр.} = \frac{60\,000 \text{ руб./г.}}{\left( \frac{20 \text{ руб./шт.}}{\text{шт.}} - \frac{10 \text{ руб./шт.}}{\text{шт.}} \right)} = 6000 \text{ шт./г.}$$

2. Теперь построим график безубыточности (рис. 5.5).

Из рис. 5.5 видно, что по мере роста объема производства и выручки от реализации доля постоянных издержек в суммарных затратах постоянно снижается,

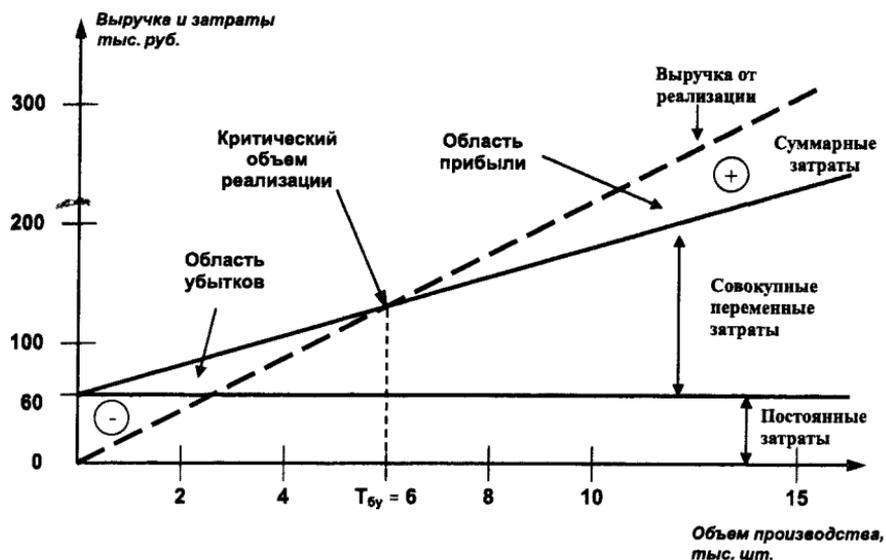


Рис. 5.5. Определение точки безубыточности графическим методом

а доля переменных растет. В точке безубыточности ( $T_{бу}$ ) прибыль равна нулю, валовая маржа равна сумме постоянных и переменных издержек ( $BM = I_{ис} + I_{пр}$ ).

3. Рассчитаем силу операционного рычага, которая выражается отношением валовой маржи к прибыли и рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{СИЛА ОПЕРАЦИОННОГО РЫЧАГА (COP)} = \frac{(\text{Цена единицы продукции} - \text{Переменные издержки}) \times \text{Объем реализации}}{(\text{Цена единицы продукции} - \text{Переменные издержки}) \times \text{Объем реализации} - \text{Постоянные издержки}}$$

$$\text{COP} = [ (20 \text{ руб./шт.} - 10 \text{ руб./шт.}) \times 8000 \text{ шт./г.} ] : [ (20 \text{ руб./шт.} - 10 \text{ руб./шт.}) \times 8000 \text{ шт./г.} - 60\,000 \text{ руб./г.} ] = 4.$$

Менеджер по логистике не должен ограничиваться констатацией того или иного финансового положения предприятия. Он обязан представлять, что произойдет, если условия производства и сбыта изменятся, и, следовательно, должен проанализировать, насколько основные результаты производственно-сбытовой деятельности предприятия зависят от изменения указанных условий.

**Пример**

Требуется рассчитать выручку, переменные издержки, валовую маржу, постоянные издержки, прибыль и силу операционного рычага для различных значений объема продаж  $Q$ , представленных в табл. 5.5, и сделать выводы об изменении представленных показателей в зависимости от изменения объема продаж предприятия.

Таблица 5.5

Показатель	Объем реализации ( $Q$ ), тыс. шт./г.					
	4	5	$Q_{кр} = 6$	7	$Q_{\phi} = 8$	10

**Решение**

1. Рассчитаем выручку, переменные издержки, валовую маржу, постоянные издержки, прибыль и силу операционного рычага для различных значений объема продаж  $Q$ , представленных в табл. 5.5.

Показатель	Объем реализации ( $Q$ ), тыс. шт./г.					
	4	5	$Q_{кр} = 6$	7	$Q_{\phi} = 8$	10
1. Выручка от реализации (ВР), тыс. руб./г.	80	100	120	140	160	200
2. Переменные издержки (Ипер), тыс. руб./г.	40	50	60	70	80	100
3. Валовая маржа (ВМ), тыс. руб./г.	40	50	60	70	80	100
4. Постоянные издержки (Ипс), тыс. руб./г.	60	60	60	60	60	60
5. Прибыль (П), тыс. руб./г.	-20	-10	0	10	20	40
6. Сила операционного рычага (COP), бэзм/влч	-2	-5	-	7	4	2,5

Из таблицы следует, что все показатели, кроме COP, линейно меняются с изменением объема реализации ( $Q$ ). Но один из показателей, а именно прибыль, пересекает нулевую отметку в районе критической точки ( $Q_{кр} = 6$ ). Любой сбой в производстве продукции или сбыте, происходящий из-за колебаний рыночной конъюнктуры, ставит предприятие в критическое положение с точки зрения получения прибыли. **Предпринимательский риск в районе критической точки, таким образом, становится большим и по мере приближения к ней все возрастает.**

Еще одна область применения операционного рычага — разработка планов и прогнозов для предприятия. Данный метод планирования и учета затрат получил название «директ-костинг». На основании этого метода с помощью заданных значений общей суммы постоянных и переменных издержек, их соотношения, а также цен на продукцию и желаемой прибыли рассчитывается объем производства нового товара в натуральном выражении. На этой основе строится план рекламной компании, разворачиваются сети сбыта продукции и происходит учет фактических данных от реализации. Подробнее об этом см. п. 3.3.5.

### 5.3. Основные методы учета затрат и калькулирования себестоимости продукции

#### 5.3.1. Роль калькулирования себестоимости продукции в управлении производством

Слово «калькуляция» означает вычисление себестоимости продукции. В современной экономической литературе калькулирование определяется как система экономических расчетов себестоимости отдельных видов продукции (работ, услуг). В процессе калькулирования соизмеряются затраты на производство с количеством выпущенной продукции и определяется себестоимость единицы продукции.

**Задача калькулирования** — определение издержек, которые приходятся на единицу их носителя, т. е. на единицу продукции, заказа, услуги, работы, предназначенных для продажи, а также внутреннего потребления.

Конечным результатом калькулирования является оставление калькуляций. В зависимости от целей калькулирования различают плановую, сметную и фактическую калькуляции. Все они отражают расходы на производство и реализацию единицы конкретного вида продукции в разрезе калькуляционных статей.

**Плановая калькуляция** составляется на плановый период на основе действующих на начало периода норм и смет.

**Сметная калькуляция** рассчитывается при проектировании новых производств и конструировании вновь осваиваемых изделий при отсутствии известных норм расхода.

**Фактическая (отчетная) калькуляция** отражает совокупность всех затрат на производство и реализацию продукции. Она используется для контроля за выполнением плановых заданий по снижению себестоимости различных видов продукции, а также для анализа и динамики себестоимости.

Калькулирование позволяет изучить себестоимость полученных в процессе производства конкретных продуктов.

**Под объектом калькулирования (носителем затрат)** понимают виды продукции (работ, услуг) предприятия, предназначенные для реализации на рынке. Общие принципы формирования объектов учета затрат и объектов калькулирования обусловлены единством процессов учета затрат на производство и процессов калькулирования. Объекты калькулирования имеют целенаправленные связи с калькуляционным учетом и **калькуляционными единицами**, которые представляют собой единицы измерения калькуляционного объекта.

**Калькулирование организуется в соответствии с определенными принципами.**

1. Научно обоснованная классификация затрат на производство.
2. Неизменность принятой методологии учета затрат на производство и калькулирования себестоимости продукции в течение года.

3. Полнота отражения в учете всех хозяйственных операций и документальное подтверждение произведенных расходов надлежаще оформленными первичными документами.

4. Правильное отнесение расходов по отчетным периодам. При этом необходимо руководствоваться принципом начисления. Его сущность состоит в том, что операции отражаются в бухгалтерском учете в момент их совершения и не увязываются с денежными потоками. Доходы и расходы, полученные (понесенные) в отчетном периоде, считаются доходами и расходами этого периода независимо от фактического времени поступления (или выплаты) денежных средств. Доходы и расходы, не относящиеся к отчетному периоду, не признаются доходами (расходами) отчетного периода, даже если деньги по ним поступили или перечислены в данном периоде.

5. Разграничение в учете текущих затрат на производство и капитальных вложений.

6. Установление объектов учета затрат, объектов калькулирования и калькуляционных единиц (группировка и отражение затрат по структурным подразделениям, видам продукции, элементам и статьям расходов). Во многих случаях объекты учета затрат и объекты калькулирования совпадают. *Объектами учета затрат* являются места их возникновения, виды или группы однородных продуктов. *Место возникновения затрат* — это те структурные единицы и подразделения предприятия, в которых происходит первоначальное потребление производственных ресурсов (рабочие места, бригады, цеха и т. п.)

7. Выбор метода учета затрат и калькулирования себестоимости продукции.

Под *методом учета затрат на производство и калькулирования себестоимости продукции* понимают совокупность приемов и способов документирования и отражения производственных затрат, которые обеспечивают исчисление фактической себестоимости продукции, а также отнесения издержек на единицу продукции.

Существует множество различных методов учета затрат. Их применение обуславливается особенностями производственного процесса, характером производимой продукции, ее составом, способом обработки и рядом других факторов.

Единая общепринятая классификация методов учета затрат в отечественной практике пока не выработана. Обобщая теоретический и практический опыт учета затрат на производство и калькулирования себестоимости продукции, а также учитывая построение управленческого учета в целях эффективного функционирования и развития логистических систем, позволим привести классификацию методов учета затрат и калькулирования себестоимости, представленную в табл. 5.6.

Рассмотрим каждый из представленных методов.

Таблица 5.6

**Классификация методов учета затрат и калькулирования себестоимости**

<b>Классификационный признак</b>	<b>Наименование метода</b>
Объект учета затрат	Попередельный Попроцессный Позаказный
Оперативность учета и контроля	Учет по нормативной себестоимости Учет по фактической себестоимости Стандарт-костинг
Полнота учета затрат	Учет по полной себестоимости Директ-костинг ABC-костинг Таргет-костинг Кайдзен-костинг

### **5.3.2. Попередельный, попроцессный и позаказный методы учета затрат и калькулирования**

В традиционной системе ведения бухгалтерского учета при классификации методов учета себестоимости принято ориентироваться на группировку затрат по объектам аналитического учета — процессам, переделам, заказам, изделиям и группам однородных изделий и по продукции предприятия в целом. Так, организации могут использовать попроцессный, попередельный, позаказный, поиздельный и обезличенный (котловой) методы учета затрат и калькулирования себестоимости продукции.

На предприятиях при использовании любого из этих методов текущий учет может быть организован и в порядке оперативного выявления отклонений от норм расхода по мере их возникновения, и без него (отклонения выясняются в конце отчетного периода).

**Попередельный метод** учета затрат применяется в производствах, где готовый продукт получается в результате последовательной обработки исходного материала на отдельных технологически прерывных стадиях, фазах или переделах. Это металлургическая, текстильная, химическая промышленность, промышленность стройматериалов (производство кирпича, цемента и т. д.), литейное производство и др. Планирование и учет здесь ведутся по отдельным технологическим стадиям, фазам, переделам, а внутри последних — по статьям в разрезе видов и групп продукции.

Себестоимость готовой продукции формируется за счет постепенного наложения на себестоимость основных материалов и себестоимости их обработки в ряде последовательных переделов. Для попередельного метода характерен полуфабрикатный вариант учета затрат, который ведется по отдельным технологическим переделам. Так, на металлургических комбинатах калькулируется себестоимость чугуна — продукции первого передела (доменного производства), стали — второго передела (сталеплавильного производства), проката — это третий передел (прокатное производство), выпускающего готовую продукцию.

Необходимость исчисления себестоимости по переделам обусловлена тем, что полуфабрикат собственного производства может быть израсходован для изготовления изделий разного сорта и вида, использован в течение нескольких отчетных периодов, реализован на сторону и для контроля хозрасчетной деятельности цехов. Движение полуфабрикатов может оцениваться по фактической, производственной, цеховой, оптовой (договорной) себестоимости.

### *Сущность и принципы попередельного метода*

Для многих производств характерна последовательная переработка промышленного и сельскохозяйственного сырья в законченный продукт на основе химико-физических, биологических и термических процессов. Особенность таких производств — последовательные стадии, которые получили название передела. **Передел** — совокупность технологических операций, которая завершается выработкой промежуточного продукта (полуфабриката) или получением законченного готового продукта. Объемом учета затрат в таких производствах служит каждый самостоятельный передел. Перечень переделов определяется на основе технологического процесса и исходя из возможности планирования, учета и калькулирования себестоимости продукции передела и оценки незавершенного производства.

Из этих предпосылок и вытекает сущность попередельного метода. Она заключается в том, что прямые затраты отражают в текущем учете не по видам продукции, а по переделам либо стадиям производства, даже если в одном переделе можно получить продукцию разных видов. Следовательно, объектом учета затрат обычно является передел.

Поскольку в таких производствах процесс выпуска готовой продукции состоит в основном из нескольких последовательных технологически законченных переделов, в них, как правило, исчисляют себестоимость продукции каждого передела, т. е. не только готового продукта, но и полуфабрикатов, поскольку они могут быть частично (порой в значительных размерах) реализованы на сторону в качестве готовой продукции. Значит, объектом калькулирования является вид или группа продукции каждого передела.

Попередельный метод учета затрат характеризуется следующими особенностями.

1. Производства, в которых учет организуется по передельному методу, как правило, материалоемки. Поэтому учет материальных затрат организуют таким образом, чтобы обеспечить контроль за использованием материалов в производстве. Наиболее часто применяются балансы исходного сырья, расчет выхода продукта или полуфабрикатов, брака, отходов.

2. Полуфабрикаты, полученные в одном переделе, служат исходным материалом в следующем переделе. В связи с этим возникает необходимость в их оценке и передаче в стоимостном выражении на последующий передел, т. е. применении полуфабрикатного варианта сводного учета затрат на производство. Полуфабрикаты собственной выработки передают из передела в передел

по фактической себестоимости. Во многих отраслях промышленности принята оценка в расчетных (оптовых) ценах предприятия.

3. Учет затрат организуется по технологическим переделам. Это позволяет определить себестоимость полуфабрикатов и обеспечить внутрипроизводственный хозрасчет, иными словами, организовать учет по местам возникновения затрат и центрам ответственности за затраты.

4. Произведенные затраты группируют и учитывают по агрегатам, если в переделе используют несколько агрегатов, работающих параллельно. Порядок учета по агрегатам определяется отраслевыми инструкциями, в которых предусматривается в ряде производств учитывать затраты в разрезе агрегатов по видам или группам однородной продукции.

5. Затраты на остатки незавершенного производства на конец месяца распределяют на основе инвентаризации по плановой себестоимости соответствующего передела.

6. Себестоимость единицы каждого вида готовой продукции калькулируют, как правило, комбинированным или одним из пропорциональных способов.

7. Преимущественно применяют на предприятиях и в производствах с повторяющейся, однородной по исходному сырью, материалам и характеру выпуска массовой продукции. При этом продукцию изготавливают в условиях однородного непрерывного и, как правило, краткого технологического процесса или ряда последовательных процессов, каждый из которых или их группа составляет отдельные самостоятельные переделы. Из этого следует, что указанный метод используют предприятия таких отраслей промышленности, как нефтеперерабатывающая, металлургическая, химическая, целлюлозно-бумажная, хлопчатобумажная, текстильная и др.

Рассматривая проблему применения этого метода шире, можно определить следующие виды функционирования логистики (рис. 5.6).



Рис. 5.6. Виды логистики на этапах создания логистикой стоимости (затрат)

**Попроцессный метод** чаще всего применяется в добывающих отраслях промышленности (угольной, горнорудной, газовой, нефтяной и др.) и энергетике. В настоящее время наиболее полно попроцессный метод можно охарактеризовать так: он применяется на предприятиях с массовым характером производства одного или нескольких видов продукции, кратким периодом технологического процесса и отсутствием в большинстве случаев незавершенного производства. Это определение требует незначительных уточнений. Понятие краткого периода технологического

кого процесса, во-первых, слишком неопределенно, а во-вторых, не соответствует всем случаям применения попроцессного метода калькулирования. Этот метод используется для калькулирования транспортной продукции: перевозок грузов и пассажиров, переработки грузов. Не все виды транспорта отличаются кратковременностью перевозочного процесса. Возможен длительный процесс и в некоторых отраслях промышленности. Важный признак, который наиболее четко указывает на различие попроцессного и попередельного методов — отсутствие в попроцессном методе полуфабрикатов завершенного производства.

Основные особенности этого метода:

- затраты группируются по отдельным подразделениям безотносительно к отдельно оказанным услугам;
- затраты списываются за календарный период (неделю или месяц, а не за время, необходимое для завершения оказания отдельной услуги).

То есть при попроцессной калькуляции используется усреднение: все накладные расходы одного отделения или всего учреждения делятся на количество оказанных услуг за данный период времени.

При применении попроцессного метода прямые и косвенные затраты учитывают по статьям калькуляции на весь выпуск продукции. В связи с этим среднюю себестоимость единицы продукции (работ, услуг) определяют делением суммы всех производственных затрат за месяц (в целом по итогу и каждой статье) на количество готовой продукции за этот же период. На первом этапе осуществляется документирование и учет затрат по элементам, затем затраты распределяются по процессам. Далее, определяют общую величину затрат за месяц, распределяют затраты в зависимости от характера производства видов продукции. На завершающем этапе определяют себестоимость месячного выпуска по изделиям.

Наиболее подходят для попроцессной калькуляции предприятия, имеющие следующие особенности:

- 1) качество продукции однородно;
- 2) отдельный заказ не оказывает влияния на производственный процесс в целом;
- 3) выполнение заказов покупателя обеспечивается на основе запасов производителя;
- 4) производство является серийным массовым и осуществляется поточным способом;
- 5) применяется стандартизация технологических процессов и продукции производства;
- 6) спрос на выпускаемую продукцию постоянен;
- 7) контроль затрат по производственным подразделениям является более целесообразным, чем учет на основе требований покупателя или характеристик продукции;
- 8) стандарты по качеству проверяются на уровне производственных подразделений, например, технический контроль проводится на уровне производственных подразделений непосредственно на линии в ходе производственного процесса.

**Позаказный метод** учета себестоимости используется при изготовлении уникального либо выполняемого по специальному заказу изделия. Сферой применения позаказного метода являются предприятия с единичным и мелкосерийным типом организации производства, предприятия с физико-химическими процессами. Область применения позаказного метода не ограничивается промышленным производством. Он успешно используется в строительстве, научно-исследовательских институтах, учреждениях здравоохранения, сфере услуг.

Сущность данного метода заключается в том, что все прямые затраты (затраты основных материалов и заработная плата основных производственных рабочих с начислениями на нее) учитываются в разрезе установленных статей калькуляции по отдельным производственным заказам. Остальные затраты учитываются по местам их возникновения и включаются в себестоимость отдельных заказов в соответствии с установленной базой (ставкой) распределения. Объектом учета затрат и объектом калькулирования является отдельный производственный заказ, фактическая себестоимость которого определяется после его изготовления. При этом под заказом понимается заявка клиента на определенное количество специально созданных или изготовленных изделий.

Позаказный метод используется:

- в производствах с механической сборкой деталей, узлов и изделий в целом;
- в производствах, где существует тесная взаимосвязь технологического процесса между цехами;
- на предприятиях, где готовую продукцию выпускает только один, последний в технологической цепочке цех;
- в индивидуальных и мелкосерийных производствах;
- в производствах, где затраты материалов на технологические цели, основная заработная плата производственных рабочих и общепроизводственные расходы легко соотносятся с выпуском конкретной продукции или выполнением каких-либо услуг.

Основной недостаток позаказного метода учета затрат и калькулирования себестоимости заключается в том, что при позаказном методе учета затрат и калькулирования себестоимости продукции все затраты считаются незавершенным производством вплоть до окончания заказа. Отчетную калькуляцию составляют только после выполнения заказа. Время составления отчетной калькуляции не совпадает со временем составления периодической бухгалтерской отчетности.

При частичном выполнении заказов и сдаче их заказчикам частичный выпуск оценивают по фактической себестоимости ранее выполненных заказов с учетом изменений в их конструкции, технологии, условиях производства, т. е. допускается условность оценки частичного выпуска заказа и незавершенного производства. К недостаткам следует отнести также отсутствие оперативного контроля за уровнем затрат, сложность и громоздкость инвентаризации незавершенного производства.

Но при всем этом данный метод имеет возможность выделить изготовленные уникального или выполняемого по специальному заказу изделия, а также небольшой партии изделий и получить информацию о себестоимости каждого изделия.

### 5.3.3. Учет по фактической и нормативной себестоимости

Независимо от множества объектов учета затраты можно исследовать двумя методами — фактическим и методом учета нормативных затрат. Оба метода направлены на выявление и отражение в конечном счете фактической себестоимости продукции, но первый — путем непосредственного учета затрат, а второй — через отклонения от норм.

Метод калькулирования себестоимости продукции, при котором прямые затраты исчисляются исходя из фактического количества израсходованных ресурсов и фактических цен (расценок, тарифов), а косвенные — на основе фактического коэффициента распределения, называется **фактическим калькулированием**.

Учет фактических затрат — это последовательное накопление данных о фактически произведенных издержках без отражения в учете данных о величине их по действующим нормам.

Данный метод направлен на выявление и отражение в конечном счете фактической себестоимости продукции путем непосредственного учета затрат.

Метод учета фактических затрат и калькулирования фактической себестоимости, как правило, является традиционным и наиболее распространенным на отечественных предприятиях.

Учет фактических затрат строится на следующих принципах:

- учетная регистрация их в момент возникновения в процессе производства;
- локализация затрат по видам производств, характеру расхода, местам возникновения, объектам учета и носителям затрат;
- отнесение фактически производственных затрат на объекты их учета и калькулирования;
- сравнение фактических показателей с плановыми.

При использовании учета по фактической себестоимости величина фактических затрат отчетного периода определяется по формуле

$$\boxed{\text{Фактические затраты}} = \boxed{\text{Фактическое кол-во использованных ресурсов}} \times \boxed{\text{Фактическая цена использованных ресурсов}}$$

#### Пример

Предприятие планировало выпустить 1125 изделий. Средний расход материалов на одно изделие за предшествующий год составил 3,1 кг, а средняя цена материала — 3500 руб./кг. Плановые затраты предприятия на 1125 изделий составляют:  $1125 \times 3500 \times 3,1 = 12\,206\,250$  руб.

Фактически предприятие выпустило 1138 изделий, расход материала снизился до 2,9 кг, а цена повысилась до 3675 руб. Фактические затраты предприятия равны:  $1138 \times 3675 \times 2,9 = 12\,128\,235$  руб. Отклонение фактических затрат от нормативных равно:  $12\,206\,250 - 12\,128\,235 = 78\,015$  руб.

*Система нормативного учета* включает методы разработки и установления норм расхода производственных ресурсов, расчет нормативной себестоимости продукции, систематический учет изменений нормативов и оперативный учет документальных отклонений от нормативов с указанием их причин и виновников. Тем самым создается возможность для текущего контроля за производственными затратами и эффективного управления производством, что позволяет считать нормативный метод учета наиболее универсальным и прогрессивным. Поэтому важнейшие его элементы следует применять в логистических системах независимо от используемого метода учета затрат на производство и варианта его построения (система учета полных затрат или сокращенная производственная себестоимость). Особую актуальность решение этой задачи приобретает в условиях конкурентных рыночных отношений, обуславливающих необходимость изыскания резервов снижения себестоимости продукции в целях поддержания определенного уровня рентабельности организации и ее конкурентоспособности.

Нормативный учет затрат, как правило, применяется в сочетании с другими методами учета затрат и калькулирования себестоимости продукции (попроцессным, позаказным, попередельным и т. д.), поэтому более правильно говорить о нормативном варианте учета как составной и неотъемлемой части организации учета при любом методе учета затрат на производство и калькулирования себестоимости продукции.

Важно отметить, что нормативный метод не упрощает учет и не сокращает объем учетной информации, а, наоборот, ведет к его усложнению, поскольку возникает потребность в дополнительном и обособленном учете и оперативном выявлении отклонений от установленных нормативов и их анализе.

Термин *норматив* определяется как показатель норм, в соответствии в которых производится какая-либо работа, устанавливается что-либо. Это определенный уровень соответствия требуемому или возможному. Норматив устанавливается на основе заранее определенных затрат рабочего времени, материалов и машинного времени, которые потребляются при производстве единицы продукции — т. е. нормируются все элементы затрат. Нормативные затраты по каждому элементу складываются для определения единого норматива на выпуск единицы продукции, работы или услуги.

Исходя из этого, *нормативные затраты* отражают заранее определяемые затраты для достижения целей эффективного производства. Эта категория отличается от сметных затрат: смета относится ко всей деятельности, нормативы представляют собой затраты на единицу продукции, работы или услуги. Поэтому

<sup>1</sup> Н о р м а — установленная мера, размер чего-либо.

норматив отражает ожидания, связанные с производством единицы продукции, работы или услуги, а смета — с общим объемом производства.

Система нормативного определения затрат больше всего подходит организациям, деятельность которых состоит из ряда одинаковых или повторяющихся операций. Поэтому ее использование уместно в промышленных предприятиях, так как операции здесь часто имеют циклический характер, в автотранспортных предприятиях, складских комплексах, а также в малых предприятиях, оказывающих услуги, например по ремонту техники, и др.

Контроль затрат наиболее эффективен в момент их возникновения. Поэтому следует устанавливать нормативы трудовых затрат и расхода материалов на единицу продукции, а не определять общие нормативные затраты на весь объем производства.

Нормативные затраты на производство продукции рассчитываются путем суммирования нормативных затрат на все операции, необходимые для производства определенного продукта.

Нормативы могут устанавливаться на основе данных прошлых лет (по факту) на базе технических норм и инженерных расчетов. Правда, существует опасность, что эти нормативы будут отражать прошлую неэффективность производства. Нормативные производственные затраты состоят из общих нормативных затрат операций, необходимых для производства продукта, плюс нормативные постоянные накладные расходы продукта.

За нормативами следует постоянно наблюдать, и при значительных изменениях в методах выполнения работ или в закупочных ценах нормативы необходимо пересмотреть, чтобы они выражали текущие цели логистической системы.

Алгоритм нормативного метода учета представляется следующим образом:

- предварительное составление нормативной калькуляции себестоимости по каждому изделию на основе действующих на предприятии норм и смет;
- ведение в течение месяца учета изменений действующих норм (для корректировки нормативной себестоимости);
- учет фактических затрат в течение месяца с подразделением их на расходы по нормам и отклонения от норм;
- установление и анализ причин, а также условий появления отклонений от норм по местам их возникновения;
- определение фактической себестоимости выпущенной продукции как суммы нормативной себестоимости, отклонений от норм и изменений норм.

Соблюдение такого алгоритма учета и расчетов хотя и является весьма трудоемким процессом, но при этом позволяет получить достоверную информацию о затратах, пригодную для последующего анализа и контроля. Возможны модификации нормативного метода: полный и неполный (под нормирование подпадают лишь прямые затраты и нормативная калькуляция составляется только по ним) учет нормативных затрат. К положительным сторонам нормативного метода относятся следующие:

- позволяет, не дожидаясь конца месяца, иметь фактическую себестоимость изделий (как алгебраическую сумму нормативной себестоимости, отклонений от норм и их изменений);

- регулярно (один раз в 10 дней или чаще) анализируя причины отклонений, можно выявить их виновников;

- системное документирование отклонений от норм позволяет устанавливать причины отклонений в момент их возникновения, тогда как при других методах причины и виновники отклонений, если и выявляются, то после составления калькуляции себестоимости.

Отрицательные стороны нормативного метода:

- неверный учет отклонений фактических затрат от норм;

- отклонения выявляются расчетами за длительный период;

- не всегда имеется возможность документирования отклонений от норм.

### 5.3.4. Система «стандарт-кост»

Создателем системы «стандарт-кост» является американский экономист Чартер Гаррисон, разработавший ее положения в начале 30-х годов прошлого столетия<sup>1</sup>.

Суть этой системы заключается в том, что в учет вносится то, что должно произойти, а не то, что произошло, учитывается не сущее, а должное, и обособленно отражаются возникшие отклонения. Основная задача — учет потерь и отклонений в прибыли предприятия. «Стандарт» — это количество необходимых для производства единицы продукции (работ, услуг) материальных и трудовых затрат (могут быть заранее исчислены); «кост» — денежное выражение производственных затрат на изготовление единицы продукции.

То есть в основе системы «стандарт-кост» лежит предварительное (до начала производственного процесса) нормирование затрат по статьям расходов: основные материалы; оплата труда производственных рабочих; производственные накладные расходы (зарплата вспомогательных рабочих, вспомогательные материалы, арендная плата, амортизация оборудования и др.); коммерческие расходы (расходы по сбыту, реализации продукции).

Нормы расхода материалов и производственной заработной платы устанавливаются обычно в расчете на одно изделие. Для контроля за накладными расходами разрабатываются сметные ставки (нормы) за определенный период исходя из намеченного объема продукции. Сметы накладных расходов носят постоянный характер. Однако при колебаниях объема производства для контроля за накладными расходами создаются переменные стандарты и скользящие сметы, в основе которых лежит классификация затрат в зависимости от величины объема выпуска на постоянные, переменные и полупеременные.

На предприятиях, применяющих систему «стандарт-кост», учет отклонений фактических расходов от стандартных норм ведут, как правило, на следующих отдельных четырех счетах.

<sup>1</sup> См.: Гаррисон Ч. Оперативно-калькуляционный учет производства и сбыта. М., 1931.

1. Отклонения по расходу материалов.
2. Отклонения по заработной плате.
3. Отклонения по накладным расходам.
4. Отклонения от стандартной коммерческой себестоимости.

При необходимости, например при отражении отклонений с подразделением по причинам, каждый из этих счетов может быть расчленен на более мелкие аналитические счета.

Основной постулат «стандарт-кост» — фактические показатели затрат всегда превышают нормативные, поскольку цель предварительного нормирования — это ставить задачи на будущее, помогать осуществлять эти задачи с минимальными затратами для данных условий, т. е. в действительности учет по этому методу состоит в фиксации множества отклонений. Если же отклонений не возникало или фактические затраты меньше нормативных, то это значит, что была определена не предельно низкая норма затрат и ее нужно скорректировать. В системе «стандарт-кост» невозможно перевыполнить план.

Понятие «стандарт-кост» в первое время имело различные наименования: «нормативная себестоимость» (*predetermined*), «сметная себестоимость» и др. Название «стандарт-кост» в широком смысле подразумевает себестоимость, установленную заранее (в противоположность себестоимости, данные о которой собираются).

Таким образом, «стандарт-кост» — это система оперативного управления и контроля за ходом производственного процесса и затратами на производство, а также система анализа причин, в силу которых образовалась разница между стандартной и фактической себестоимостью продукции и выручкой от ее реализации. Принципы этой системы являются универсальными, и поэтому их применение целесообразно при любом методе учета затрат на производство и калькулирования себестоимости продукции.

### ***5.3.5. Калькулирование полной себестоимости продукции***

Для отечественного учета является традиционным учет и калькулирование полной себестоимости продукции, включающие все затраты предприятия, связанные с производством и реализацией продукции. Это прямые (материальные и трудовые) и косвенные затраты (рис. 5.7). Подробно элементы системы калькулирования по полной себестоимости были рассмотрены в п. 2.2.

Достоинства учета по полной себестоимости:

- соответствие сложившимся в России традициям и требованиям нормативных актов по финансовому учету и налогообложению;
- корректная оценка стоимости запасов незавершенной и готовой продукции.

Расчет полной себестоимости продукции важен для определения финансового результата предприятия, налоговых платежей, а также оценки перспективности производства новых видов продукции.

**Недостатки:**

- невозможность проведения анализа, контроля и планирования затрат вследствие невнимания к характеру поведения затрат в зависимости от объема выпуска (постоянные затраты в учете рассматриваются как переменные);
- утрата объектами калькуляции индивидуальности вследствие использования общих баз распределения;
- включение в себестоимость продукции затрат, не связанных непосредственно с ее производством, в итоге — искажение рентабельности отдельных видов продукции (она зависит от выбора метода распределения постоянных затрат);
- «перенос» постоянных затрат в составе себестоимости запасов на себестоимость реализованной продукции будущих периодов;
- в калькуляции цены с самого начала предусматривается плановая прибыль, тогда как на самом деле необходимо лишь устранить риск убытков.

Эти недостатки свидетельствуют о том, что учет по полной себестоимости не обеспечивает всей информацией, необходимой для полноценного управления затратами и принятия эффективных решений в логистической деятельности.



Рис. 5.7. Элементы системы калькулирования по полной себестоимости

### 5.3.6. Система «директ-костинг»

Систему учета «директ-костинг» предприятие имеет возможность организовать в соответствии с выбранной учетной политикой.

При планировании производственной деятельности часто используют анализ «затраты — объем — прибыль». Если определен объем производства, то в соответствии с портфелем заказов благодаря этому анализу можно рассчитать величину затрат и продажную цену, чтобы организация могла получить определенную величину прибыли, как балансовую, так и чистую. При помощи данных анализа легко просчитать различные варианты производственной программы, когда изменяются, например, затраты на рекламу, цены на продукцию или поставляемые материалы, структура производства. Таким образом, анализ «затраты — объем — прибыль» позволяет получить ответ на вопрос, что мы будем иметь, если изменится один параметр производственного процесса или несколько таких параметров.

Для вычисления взаимосвязи «затраты — объем — прибыль» используются три метода: маржинального дохода, графический и метод уравнений. Практический пример реализации первых двух методов был рассмотрен нами выше, в п. 1.2.3.

*Метод уравнения.* Любой отчет о финансовых результатах может быть представлен в виде следующего уравнения:

$$\boxed{\text{Выручка}} - \boxed{\text{Переменные издержки}} - \boxed{\text{Постоянные издержки}} = \boxed{\text{ПРИБЫЛЬ}}$$

#### Пример

Компания планирует начать продажу нового вида бытовой техники. Она может приобретать за 0,8 тыс. у. д. е., а продавать по 1 тыс. у. д. е. за единицу бытовой техники. Условно-постоянные расходы по выводу данного вида бытовой техники на рынок составляют 20 тыс. у. д. е. в год. Какое количество бытовой техники необходимо продать, чтобы достигнуть точки безубыточности?

#### Решение

Пусть  $X$  равно количеству единиц бытовой техники, которые необходимо продать, чтобы достигнуть точки безубыточности, или критической точки реализации, тогда:

$$\begin{aligned} 1X - 0,8X - 20 &= 0 \\ 0,2X &= 20 \text{ у. д. е.} \end{aligned}$$

Тогда  $X = 20 \text{ у. д. е.} : 0,2 \text{ у. д. е./ед.} = 100 \text{ ед.}$

Компании необходимо продать, чтобы достигнуть точки безубыточности, 100 ед. бытовой техники в течение года.

Таким образом, главное преимущество метода «директ-костинг» заключается в разделении постоянных и переменных затрат. Это позволяет решать такие важнейшие задачи управления затратами, как:

- определение нижней границы цены продукции или заказа;
- сравнительный анализ прибыльности различных видов продукции;
- определение оптимальной программы выпуска и реализации продукции;
- выбор между собственным производством продукции или услуг и их закупкой на стороне;
- выбор оптимальной с экономической точки зрения технологии производства;
- определение точки безубыточности и запаса прочности предприятия и др.

Суть системы «директ-костинг» в том, что себестоимость учитывается и планируется только в части переменных затрат (прямые затраты и переменная часть общепроизводственных), т. е. лишь переменные издержки распределяются по носителям затрат. Оставшуюся часть издержек (постоянные расходы — постоянная часть общепроизводственных, общехозяйственных и коммерческие) собирают на отдельном счете, в калькуляцию не включают и периодически списывают на финансовые результаты, т. е. учитывают при расчете прибылей и убытков за отчетный период. По переменным расходам оцениваются также запасы — остатки готовой продукции на складах и незавершенное производство.

Общий алгоритм расчета и учета затрат на основе системы «директ-костинг» представлен на рис. 5.8.

В соответствии с Международными стандартами бухгалтерского учета метод «директ-костинг» не используется для составления внешней отчетности и расчета налогов. Он применяется во внутреннем учете для проведения технико-экономического анализа и принятия оперативных управленческих решений.

Практическое значение системы «директ-костинг» в логистической деятельности заключается в следующем. Ее использование позволяет оперативно изучать взаимосвязи между объемом производства, затратами и доходом, а следовательно, прогнозировать поведение себестоимости или отдельных видов расходов при изменении деловой активности предприятия в условиях жесткой конкурентной борьбы.

Калькулирование переменной себестоимости помогает менеджеру по логистике оперативно решать ряд управленческих задач.

Система «директ-костинг» позволяет проводить эффективную политику ценообразования. В некоторых ситуациях при недостаточной загруженности производственных мощностей привлечение дополнительных заказов может быть оправдано даже в том случае, когда оплата за них не покрывает полностью издержек по их выполнению. Снижать цену на такие заказы можно до определенного предела, называемого «нижней границей цены». За пределами этой границы выполнение подобных заказов нецелесообразно. Рассчитать значение границы позволяет система «директ-костинг».



Рис. 5.8. Общий алгоритм расчета и учета затрат по системе «директ-костинг»

Данная система существенно упрощает нормирование, планирование, учет и контроль резко сократившегося числа затрат, в результате себестоимость становится более обозримой, а отдельные затраты — лучше консолидируемыми.

В современных условиях руководителям гибких производственных систем необходимо знать, во что обходится производство отдельных видов продукции, независимо от того, каков размер арендной платы за помещение или какова заработная плата у руководящего аппарата и затраты на управление в целом. Поэтому одним из принципов управленческого учета является самая точная калькуляция — не та, в которую после многочисленных и трудоемких расчетов включаются все затраты предприятия, а та, в которую вносятся издержки, непосредственно обеспечивающие выпуск данной продукции (выполнение работы, оказание услуги). Эту задачу решает система «директ-костинг».

### 5.3.7. Метод учета и калькулирования затрат по функциям «ABC-костинг»

На большинстве предприятий все осуществляемые производственные операции можно разделить на основные и вспомогательные. Данные операции, кроме того, выполняют конкретные производственные функции (функции снабжения,

производства, управления качеством, логистики, сбыта и т. д.). Расходы на осуществление перечисленных функций связаны с затратообразующими факторами, которыми затраты и обусловлены. Эти издержки объединяются в группы согласно их функциям, родам деятельности отделов, которые их несут. Зная причины возникновения каждой группы косвенных расходов, можно более обоснованно отнести их на себестоимость отдельного вида продукции или услуг. Следовательно, прежде всего необходимо корректно идентифицировать определяющие их факторы (Cost-Drivers). Учетно-калькуляционная система, отражающая издержки по функции, которую они несут в деятельности предприятия, получила название «метод учета и калькулирования затрат по функциям».

*Метод учета и калькулирования затрат по функциям (Activity-Based Costing или ABC-костинг)* возник в США и распространился с конца 1980-х гг. благодаря работам Г. Бере, Р. Купера, Т. Джонсона, Р. Катана. Этот метод используют около 10% крупных компаний, в том числе в США, Великобритании, континентальной Европе, Австралии. Начинают использовать его и в Японии. Универсальность данного метода позволяет применять его не только на производственных предприятиях, но и в организациях оптовой и розничной торговли, сферы услуг.

Теоретическая основа метода ABC заключается в наблюдении, что у организации в распоряжении находится определенный объем ресурсов, используемых в производственном процессе и позволяющих осуществлять производственные функции. Все виды ресурсов характеризуются затратами на них, которые распределяются сначала на отдельные функции пропорционально объему потребления ресурсов. Для этого суммируются издержки каждого центра затрат по конкретной функции. Затем издержки по каждой функции относят на носители затрат. Носителем затрат может выступать изделие (товар, услуга), конкретный клиент, заказ. Носитель затрат включает соответственно приходящуюся на него долю затрат каждого центра по всем производственным операциям. Отсюда следует, что такое распределение основано на причинно-следственной связи затрат с обуславливающими их факторами.

Главное преимущество учета и калькулирования затрат по функциям — более точное по сравнению с традиционным методом распределения затрат исчисление себестоимости продукта. Это характеризует более обоснованные решения по ценообразованию. Такое преимущество обеспечивается концентрацией внимания на главных производственно-технологических функциях, выбором показателей, наиболее полно их характеризующих. В условиях рыночной конкуренции все более важным является и то, что расходы на осуществление операций составляют большую часть добавленной стоимости. При росте эффективности выполнения основных и обслуживающих операций продукция и услуги предприятий становятся более конкурентоспособными и привлекательными для потребителей.

Использование ABC-метода позволяет принимать более эффективные решения в области логистики, маркетинговой стратегии, прибыльности продукции и т. д. Более того, появляется возможность контролировать расходы на стадии их возникновения.

Он позволяет понять, как услуги, оказанные компанией, а также обслуживаемые ею клиенты влияют на объем деятельности и сколько различные виды деятельности потребляют ресурсов. Это, в свою очередь, способствует управлению не столько самими затратами, сколько видами деятельности, потребляющими средства.

Уже немало российских компаний могут ответить на вопросы типа: сколько стоит данный продукт или услуга либо сколько тратит то или иное подразделение. Однако даже «продвинутые менеджеры» на вопрос, сколько стоит та или иная операция, точно отвечать пока еще не любят. Связано это не с тем, что в компаниях никто не может считать. Стандартная причина — отсутствие в компаниях формализованного описания их бизнес-деятельности.

Имея такое описание, можно проводить функционально-стоимостный анализ. Поставив в соответствие каждой функции ее стоимость, можно проводить следующие виды анализа:

- исследование распределения затрат по функциям, а также выявление наиболее дорогих функций с целью их первоочередного совершенствования;
- определение, по каким функциональным направлениям следует осуществлять деятельность самостоятельно, а по каким пользоваться услугами сторонних организаций либо сочетать два способа в определенной пропорции;
- проведение стоимостного моделирования бизнес-процессов, определяя при этом структуру бизнес-процесса с наиболее оптимальной стоимостью.

Еще одним из важных критериев, характеризующих функцию либо бизнес-процесс, помимо стоимости, является время выполнения данной функции либо бизнес-процесса.

Так, если в одной компании время отгрузки (время, прошедшее от момента размещения заказа клиентом до момента получения заказа клиентом) на 10–20% больше, чем у компании-конкурента, то данная компания может достаточно быстро потерять свою долю на рынке, если ее продукты и услуги не обладают прочими конкурентоспособными преимуществами: стоимостью, условия оплаты, качество, сервис и послепродажное обслуживание и пр. Поэтому функционально-стоимостный анализ с использованием временных затрат существенно расширяет возможности метода. В общем случае при проведении функционально-стоимостного анализа используют одновременно стоимостные и временные затраты, которые в некоторых случаях могут быть взаимосвязанными.

Например, если при выполнении какой-либо функции применяется повременная оплата труда сотрудникам и не реализуются другие виды ресурсов, то стоимость данной функции равна времени ее выполнения, умноженному на тарифную ставку оплаты.

В результате проведения общего функционально-стоимостного анализа разрабатывается оптимальная структура бизнес-процесса с оптимальным множеством параметров — времени и стоимости. При этом оптимальное или желаемое множество параметров задается стратегическими целями логистической системы.

### 5.3.8. Концепция управления по целевой себестоимости «таргет-костинг»

Предпосылки возникновения этого метода базируются на практической реализации конкурентных стратегий Майкла Портера:

- продавай дешевле, чем другие;
- сделай свой продукт отличным от других;
- сконцентрируйся на качестве.

Для того чтобы воспользоваться мудрым советом, скажем, продавать свой продукт дешевле, чем конкуренты, следует сначала этот продукт сделать более дешевым. В большинстве случаев предприятия начинают реально бороться за сокращение затрат лишь тогда, когда продукт разработан и передан в производство. Именно тогда к некоторым производителям приходит понимание того, что себестоимость продукта оказалась слишком высокой, чтобы он был прибыльным. Почему происходят подобные ошибки? Можно ли их предвидеть заранее и, предусмотрев, избежать?

Утвердительный ответ на эти вопросы дали японские специалисты по производственному менеджменту и управленческому учету, которые еще в 1960-х годах предложили простое и эффективное решение, разработав концепцию управления по целевой себестоимости — систему «таргет-костинг» («target costing») — и успешно используя ее на практике уже более сорока лет.

Рассматривая причины возникновения системы «таргет-костинг», следует обратить внимание на заметно изменившийся в последние десятилетия облик бизнеса. Сегодня одним из главных факторов успеха и конкурентоспособности компаний являются инновационные продукты. Производители во многих отраслях уже не могут продавать огромные партии стандартных изделий, полагаясь на относительно стабильные рынки и технологии. Современные рынки являются изменчивыми, а технологии прогрессируют очень быстро, что заставляет менеджеров использовать новые подходы к управлению, ориентируясь на поведение потребителей, и разрабатывать соответствующие инструменты планирования, измерения, учета и контроля затрат, которые объединяются в единую систему управления затратами.

Если ранее традиционные методы управления и учета затрат (например, «стандарт-костинг») полностью оправдывали себя, то теперь многие специалисты считают, что настало время пересмотреть привычные подходы, которые не соответствуют требованиям современной конкурентной среды. Одной из важнейших задач представляется модификация методологии учета затрат и калькулирования себестоимости новых (инновационных) продуктов.

Применение системы «таргет-костинг» является сегодня одним из наиболее перспективных путей решения этой задачи. «За спиной» этой концепции с английским названием и японскими корнями — многолетний опыт применения в сотнях известных компаний и авторитетное мнение ведущих специалистов в области маркетинга, производственного менеджмента и управленческого учета.

Родиной концепции «таргет-костинг» считают Японию. Она была впервые применена в корпорации Toyota в 1965 г.<sup>1</sup>, хотя некоторые ранние, более примитивные ее формы еще в 1947 г. использовала компания General Electric (GE). Американцы частенько приписывают честь изобретения «таргет-костинг» Лоуренсу Майлзу из компании GE, хотя его система управления целевыми издержками (Target Cost Management) была не более чем довольно примитивной версией современной концепции, не получившей достаточно широкого распространения. Полномасштабное же внедрение «таргет-костинг» в промышленных корпорациях США началось лишь в конце 1980-х годов, причем за образец была взята именно японская модель, достаточно эффективная и продвинутая к тому времени.

Первым, кто употребил современную формулировку «таргет-костинг», был Тоширо Хиромото, опубликовавший в 1988 г. одну из самых цитируемых в последующие годы статей, посвященных достижениям японского управленческого учета<sup>2</sup>. Ранее термин «таргет-костинг» в англоязычных деловых и профессиональных изданиях не употреблялся.

**Система «таргет-костинг»** — это целостная концепция управления, поддерживающая стратегию снижения затрат и реализующая функции планирования производства новых продуктов, превентивного контроля издержек и калькулирования целевой себестоимости в соответствии с рыночными реалиями.

Уже много лет система «таргет-костинг» используется на производственных предприятиях, особенно в инновационных отраслях, где постоянно разрабатываются новые модели и виды продукции. Таргет-костинг используют приблизительно 80% крупных японских компаний (Toyota, Nissan, Sony, Matsushita, Nippon Denso, Daihatsu, Canon, NEC, Olympus, Komatsu и многие другие), а также значительная часть известных американских и европейских компаний (Daimler/Chrysler, ITT Automotive, Caterpillar, Procter & Gamble и др.), которые добиваются высокого качества и рентабельности своей продукции. Следует заметить, однако, что по сравнению с японскими компаниями американские компании внедряют «таргет-костинг» значительно медленнее. Это объясняется их большей приверженностью привычным инструментам управления затратами и методам калькулирования себестоимости, которые традиционно используются в американской модели управленческого учета.

Кроме сферы производства инновационных продуктов, «таргет-костинг» все чаще применяют предприятия, задействованные в сфере обслуживания, а также некоммерческие организации.

Сама идея, положенная в основу концепции «таргет-костинг», несложна и революционна одновременно. Японские менеджеры просто вывернули «наизнанку» традиционную формулу ценообразования:

<sup>1</sup> Источник: *Tanaka T.* (1993). «Target costing at Toyota». *Journal of Cost Management*. Vol. 7. No. 1. Spring, P. 4–11.

<sup>2</sup> Источник: *Hiramoto T.* (1988). «Another hidden-Japanese Management Accounting». *Harvard Business Review*. July–August. P. 4–7.

$$\boxed{\text{Себестоимость}} + \boxed{\text{Прибыль}} = \boxed{\text{Цена}},$$

которая в концепции таргет-костинг трансформировалась в равенство:

$$\boxed{\text{Цена}} - \boxed{\text{Прибыль}} = \boxed{\text{Себестоимость}}.$$

Это простое решение позволило получить прекрасный инструмент превентивного контроля и экономии затрат еще на стадии проектирования.

Система «таргет-костинг» в отличие от традиционных способов ценообразования предусматривает расчет себестоимости изделия исходя из предварительно установленной цены реализации. Эта цена определяется с помощью маркетинговых исследований, т. е. фактически является ожидаемой (конечной) рыночной ценой продукта или услуги.

Для определения целевой себестоимости изделия (услуги) величина прибыли, которую хочет получить фирма, вычитается из ожидаемой рыночной цены. Далее все участники производственного процесса — от менеджера до простого рабочего — трудятся над тем, чтобы спроектировать и изготовить изделие, соответствующее целевой себестоимости.

Инженерная разработка продукта на японских предприятиях, где концепция «таргет-костинг» прошла длительную «обкатку», отличается от подхода, доминирующего в западных компаниях. Например, процесс усовершенствования продукта на Западе осуществляется следующим образом:

#### **Проектирование ⇒ Себестоимость ⇒ Перепроектирование.**

При использовании методов производственного проектирования японских специалистов этот же процесс в соответствии с идеологией «таргет-костинг» приобретает другой вид:

#### **Себестоимость ⇒ Проектирование ⇒ Себестоимость.**

В чем преимущество такого подхода? Во-первых, интегративный подход к разработке нового продукта обеспечивает поэтапное осмысление каждого нюанса, касающегося себестоимости. Менеджеры и служащие, стремясь приблизиться к целевой себестоимости, часто находят новые, нестандартные решения в ситуациях, требующих инновационного мышления.

Во-вторых, необходимость постоянно удерживать в голове целевую себестоимость ограждает инженеров от искушения применить более дорогостоящую технологию или материал, так как это неизбежно приведет лишь к выходу на новый виток перепроектирования продукта.

Таким образом, весь производственный процесс, начиная с замысла нового продукта, приобретает инновационный характер, не выходя за рамки заранее установленных затратных ограничений.

Например, в автомобилестроительной отрасли Японии целевая себестоимость определяется не только для каждой новой модели, но и для каждой части проектируемого автомобиля. Дизайнеры разрабатывают пробный проект и пы-

таются выяснить, находится ли сметная себестоимость автомобиля в пределах целевой себестоимости. Если нет, то в проект вносятся необходимые изменения. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не исчезает разрыв между сметной и целевой себестоимостью. Только после этого делают опытный образец автомобиля для испытаний.

Когда многократные изменения пробного проекта завершены и сметная себестоимость не превышает целевую, оформляется конечный вариант проекта, который передается в отдел производства. На протяжении первых месяцев производства фактические затраты, как правило, несколько превышают целевые из-за проблем, связанных с освоением новой модели, но затем, после выяснения причин отклонений и их ликвидации, все приходит в норму.

Если схематически изобразить процесс управления по целевой себестоимости («таргет-костинг»), можно увидеть, что «движение» к целевой себестоимости — двустороннее (рис. 5.9).

С одной стороны, правильно определить целевую себестоимость изделия или услуги невозможно без глубокого маркетингового исследования текущего состояния рынка и его перспектив, а с другой — приведение сметной себестоимости в соответствие с целевой себестоимостью предполагает наличие управленческого таланта у менеджеров, инженерной смекалки у проектировщиков и аналитического мышления у бухгалтеров — специалистов по управленческому учету. Все эти люди должны быть объединены единой целью — ликвидировать разницу между сметной и целевой себестоимостью.

Как же определить, на сколько же следует сократить издержки, чтобы получить желаемое? Количественное вычисление величины целевого сокращения затрат осуществляется в четыре этапа.

1. Определение возможной цены реализации за единицу (элемент) рассматриваемой продукции или услуги.

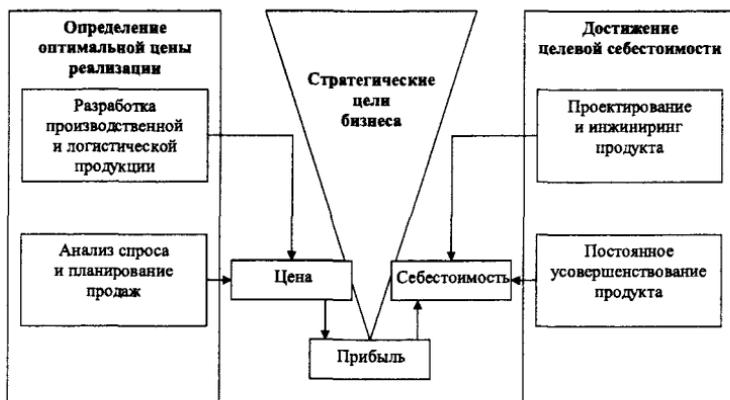


Рис. 5.9. Процесс управления по целевой себестоимости («таргет-костинг»)

2. Определение целевой себестоимости продукции (за единицу и в целом).
  3. Сравнение целевой и сметной себестоимости продукции для определения величины необходимого (целевого) сокращения затрат.
  4. Перепроектирование продукта и одновременное внесение улучшений в производственный процесс для достижения целевого сокращения затрат.
- Рассмотрим пример, иллюстрирующий вычисления, обычно производимые для достижения целевого сокращения затрат.

### Пример

Компания проектирует выпуск нового вида изделия, основные экономические параметры которого представлены в следующей таблице:

Возможная рыночная цена за единицу, у. д. е.	50,00
Целевая норма прибыли, у. д. е.	20%
Запланированный головной объем продаж, ед.	10 000
Сметная себестоимость, у. д. е.	455,00

Как видно из таблицы, ожидаемая рыночная цена за единицу продукции составляет 50 у. д. е., а целевая норма прибыли — 20%. Планируется ежегодно продавать 10 000 единиц продукции, и по предварительным подсчетам сметная себестоимость запланированного объема продаж составляет 455 тыс. у. д. е.

Рассчитаем целевую себестоимость (ЦС) единицы продукции:

$$ЦС_{ед} = 50 - (50 \times 0,2) = 40 \text{ у. д. е. / ед.}$$

Аналогично рассчитаем целевую себестоимость (ЦС) запланированного годового объема продаж:

$$ЦС_{пр} = (50 \times 10\,000) - (50 \times 10\,000 \times 0,2) = 400 \text{ тыс. у. д. е.}$$

В итоге разница между сметной и целевой себестоимостью будет равна: 455 тыс. у. д. е. — 400 тыс. у. д. е. = 55 тыс. у. д. е. Именно эту сумму следует «сократить» любыми доступными средствами, не допуская при этом снижения качества продукции.

Указанную задачу «сокращения» легкой не назовешь. Поэтому для того, чтобы система «таргет-костинг» заработала в полную силу, на предприятии должна быть создана высокоорганизованная и высокопродуктивная команда, объединенная общей целью.

**Внедрение «таргет-костинг».** В принципе применение системы «таргет-костинг» технически не настолько сложно, чтобы стать невозможным для отечественных предприятий. Главная причина в другом: для успешного внедрения «таргет-костинг» в организации должно быть налажено тесное взаимодействие между разными подразделениями и работниками; коллектив должен быть единой командой, осведомленной и воспринявшей цель своей совместной работы,

действующей как единое целое. Разбалансированность внутреннего механизма, амбициозные действия спорящих за влияние менеджеров «а-ля лебедь, рак и щука», неадекватная корпоративная культура — вот главные симптомы неблагополучной организации, в которой внедрение «таргет-костинг» практически с самого начала обречено на провал.

Анализируя опыт использования «таргет-костинг» японскими и западными компаниями, можно выделить еще несколько «подводных камней», которые могут стать препятствием к реализации замыслов руководства организаций, решивших внедрить эту концепцию.

*Во-первых*, время разработки нового продукта может неоправданно увеличиваться из-за многочисленных итераций в процессе перепроектирования. Поэтому всегда необходимо знать, когда следует остановиться и прекратить исследования, ведь далеко не всякий задуманный продукт можно приспособить к рыночным условиям.

*Во-вторых*, неумелое применение концепции «таргет-костинг» может негативно сказываться на людях, находящихся под постоянным прессингом своих руководителей, стремящихся во что бы то ни стало достичь целевой себестоимости. Управленческое рвение менеджеров должно быть ограничено, иначе явный и неявный саботаж со стороны подчиненных будет просто неизбежен.

*В-третьих*, могут возникнуть конфликты между проектировщиками, усиленно стремящимися снизить производственную себестоимость продукта, и специалистами по логистике, которые нередко отказываются даже рассматривать предложения о снижении затрат на сбыт и продвижение продукции к конечному потребителю. Взаимное непонимание может достичь опасных пределов, если не будет вовремя устранено, а еще лучше — предотвращено руководством.

Указанные негативные моменты все же не следует воспринимать как неустранимое зло. Каждый недостаток организации может быть устранен, если он вовремя идентифицирован и осознан именно как устранимый недостаток. Нужно лишь немного воли к переменам...

**«Таргет-костинг» как лучшее средство оптимизации затрат в инновационных отраслях.** В чем же состоят те «изюминки» системы «таргет-костинг», которые делают ее прекрасным средством предпроизводственной оптимизации затрат в инновационных отраслях?

*Во-первых*, в концепции «таргет-костинг» задачи маркетинга и логистики по продвижению продукции к конечному потребителю словно «накладываются» на управленческий учет, т. е. функции маркетинга, логистики и проектирования реализуются совместно, а на «выходе» системы получается продукт, имеющий максимально отвечающие ожиданиям потребителей характеристики и наиболее желаемую (вероятную) цену реализации. При использовании системы «таргет-костинг» вся производственная деятельность предприятия координируется и контролируется в соответствии с важным стратегическим ориентиром — целевой себестоимостью.

*Во-вторых*, «таргет-костинг» прекрасно совмещается с бюджетированием, планированием прибыли, формированием центров ответственности, различны-

ми стратегиями ценообразования и оценочными процедурами. Вообще, следует отметить, что «таргет-костинг» прекрасно интегрируется и в стратегический управленческий учет.

*В-третьих*, родившаяся в Японии концепция «таргет-костинг» существенно отличается от популярного американского метода «стандарт-кост», который используется в основном для контроля затрат и оценки результативности, а «таргет-костинг» в первую очередь поддерживает стратегию снижения затрат на стадии проектирования продукта, т. е. является стратегическим, а не сугубо операционным инструментом.

*В-четвертых*, безусловно положительная характеристика «таргет-костинг» — фокусирование внимания на внешних (рыночных), а не на исключительно внутренних факторах. «Таргет-костинг» обеспечивает отделу логистики неплохие возможности принимать решения на основе не только изначально заданного уровня издержек, но и параметров рыночного окружения.

*В-пятых*, «таргет-костинг» помогает мотивировать ориентированное на рынок поведение сотрудников, указывая на допустимую с точки зрения рынка себестоимость, которая должна быть осознана, если компания хочет оказаться прибыльной в условиях конкуренции. В свое время в японских компаниях «таргет-костинг» внедрялся скорее с целью мотивации своих сотрудников, чтобы те действовали в соответствии с долгосрочными стратегиями, чем с целью обеспечения топ-менеджеров точной и детальной информацией о прибыли, целевых затратах и отклонениях.

### *Пример из практики бизнеса*

В 1990 г. Chrysler оказался в непростой финансовой ситуации. Прибыль падала, выручка от продаж уменьшалась, а рыночная стоимость акций упала до 10 долл. за одну акцию. В это же время японская автомобильная индустрия развивалась очень динамично, а японские компании активно проникали на американский рынок.

Руководство Chrysler решило, что пробил час решительных изменений и в их компании. Среди многих других новшеств менеджеры Chrysler изучили и внедрили систему «таргет-костинг», которая уже много лет успешно использовалась конкурирующими японскими компаниями. «Таргет-костинг» начали использовать в процессе проектирования и разработки практически всех новых моделей, включая и новый небольшой автомобиль Neop, предназначенный для покупателей с невысокими доходами. Результат использования системы «таргет-костинг» был просто поражающим: модель Neop признали лучшим автомобилем 1994 года, она была разработана в рекордно короткие сроки (от момента выработки концепции до вывода продукта на рынок прошел всего 31 месяц), соответствовала высочайшим требованиям экологической безопасности и — что самое главное! — была единственной моделью в классе небольших дешевых автомобилей, которая оказалась прибыльной.

Таким образом, результат от использования системы «таргет-костинг» превошел даже самые смелые ожидания. Всего через пять лет после внедрения

«таргет-костинг» прибыли корпорации Chrysler значительно возросли, а рыночная цена акций подскочила с отметки 10 долл. за одну акцию в 1990 г. до 54 долл. за акцию в 1995 году.

Подобно руководству Chrysler, высший менеджмент компании General Electric в начале 1990-х годов столкнулся с проблемами в производстве реактивных двигателей, спрос на которые упал, и прибыль резко уменьшилась. Руководство General Electric приняло решение о внедрении системы «таргет-костинг» (японского образца) в 1993 г. С самого начала менеджеры установили контакт со своими клиентами — авиакомпаниями, чтобы выяснить, как бы лучше перепроектировать двигатели и уменьшить их стоимость. Вскоре выяснилось, что двигатели для Boeing-747 и Boeing-767 можно делать без коллектора, так как клиенты полагали, что стоимость коллектора (10 тыс. долл.) значительно превышает его полезность.

Подобных примеров можно привести великое множество, и каждый из них — свидетельство практической пользы «таргет-костинг». Эта концепция, которую некоторые исследователи называют «стратегией, приводимой в действие рынком», по большому счету оправдывает свое стратегическое предназначение.

Подводя итог, хотелось бы отметить, что «таргет-костинг» — хотя и новое направление в инструментарии современного менеджмента, но уже реально доказавшее на практических примерах, в том числе и японского автомобилестроения, что это действенный способ предохранения от экономических неудач, который поможет руководителям сберечь деньги еще до того, как они будут истрачены. Такая цель оправдывает затраченные на ее внедрение средства.

### ***5.3.9. Система управления себестоимостью «кайзен-костинг»***

Суть философии «кайзен» — это постоянное движение вперед, поиск возможностей улучшить окружающий мир. Для японского менеджера, который пытается усовершенствовать производство и снизить затраты, «кайзен» — это путь, на котором встречаются удачные решения наиболее проблем. В последние два десятилетия борьба за качество, которая традиционно была предметом неослабевающего внимания в японских корпорациях, распространилась и на область управления затратами, где особое место занял «кайзен-костинг» — простой и в то же время сложный инструмент снижения себестоимости и создания дружелюбной по отношению к человеку системы производства.

Слово «кайзен» в переводе с японского означает «улучшение, усовершенствование маленькими шагами». Понятие «кайзен» очень широко — оно обозначает усовершенствование как в личной, семейной и общественной жизни человека, так и в его трудовой деятельности. Когда слово «кайзен» употребляют в отношении деятельности человека на его рабочем месте, имеют в виду процесс постоянного улучшения, в который вовлекаются все сотрудники компании — от старшего менеджера до простого рабочего. Целью «кайзен» является усовершенствование

деятельности компании или ее отдельных подразделений с помощью внутренних резервов, без привлечения крупных инвестиций извне<sup>1</sup>.

*Управление себестоимостью по системе «кайзен-костинг»* означает обеспечение необходимого уровня себестоимости продукта и поиск возможностей снижения затрат до некоторого целевого уровня. Система «кайзен-костинг» — важнейший и необходимый элемент японского управленческого учета в отличие от понятия «кайзен», которое можно рассматривать как своеобразную философию, стиль управления и взаимодействия персонала.

Система «кайзен-костинг» была разработана и успешно применяется на производственных предприятиях Японии уже более 50 лет. В западном мире деятельность в стиле «кайзен» стала известной лишь во второй половине 1980-х годов, когда были опубликованы (на английском языке) первые книги о роли «кайзен» в японских промышленных корпорациях.

В то же время «кайзен» часто представлялась в виде деятельности небольших групп людей, объединенных в кружки качества, или отдельных рабочих, которые вносили свои предложения по поводу повышения качества продукции. Подобное понимание «кайзен» доминировало до середины 1990-х годов, когда Ясухиро Монден ввел понятие «кайзен-костинг» как подхода, тесно взаимодействующего с системой «таргет-костинг» на разных стадиях процесса производства. В изложении Мондена «кайзен-костинг» впервые приобретает форму инструмента, способствующего снижению себестоимости продукции и тесно связанного с системой управления затратами в компании.

Таким образом, «кайзен» — это философия постепенного усовершенствования качества и бизнес-процессов, а «кайзен-костинг» — инструмент снижения затрат, который используют менеджеры для достижения целевой себестоимости и обеспечения прибыльности производства.

Одним из наиболее ярких примеров того, как работает система «кайзен», является опыт компании Toyota, разработавшей широко известную своей эффективностью концепцию бережливого производства (подробнее об этом см. раздел «Производственная логистика»). Данная концепция создает все условия для сохранения ресурсов путем устранения непродуктивных потерь, а одним из ее ключевых инструментов управления затратами в рамках реализации этой концепции и является система «кайзен-костинг».

Философия «кайзен» предполагает участие всех членов большой команды Toyota, которые активно выдвигают идеи и предложения, позволяющие улучшить производственный процесс. Члены команды Toyota постоянно учатся быть внимательными к непродуктивным потерям — они выявляют те затраты материалов, усилий и времени, которые не приносят пользы, и оперативно устраняют их.

Деятельность «кайзен» в современных японских корпорациях многовекторна. Философия усовершенствования «маленькими шагами» тесно связана со многими базисными концепциями и методами, в том числе JIT («точно в срок»)

<sup>1</sup> См.: Коленко М. Стратегия кайзен для успешных организационных перемен: пер. с англ. М., 2002.

и TQM («тотального управления качеством»). Неотделима она и от управления затратами.

«Тройственным союзом» управления в системе «кайзен-костинг» являются следующие компоненты: «таргет-костинг», «кайзен-костинг» и функция поддержки достигнутой себестоимости. Первой внедрила подобную «тройственную» систему Toyota и сейчас она распространена практически во всех отраслях промышленности Японии.

Система управления затратами в компании Toyota, изображенная на рис. 5.10, позволяет организованно и целенаправленно осуществлять политику снижения себестоимости, рационально инвестировать денежные средства в новые продукты, координировать действия множества людей, вовлеченных в производственный процесс, и совместными усилиями добиваться достижения поставленных целей.

Во многих источниках, описывающих японскую модель управления производством и систему управленческого учета, подчеркивается взаимосвязь между двумя из упомянутых выше «тройственного союза» составляющими — системами «таргет-костинг» и «кайзен-костинг», которые являются элементами единой системы управления затратами, нацеленными на достижение интегрированной цели, а именно — целевой себестоимости конечного продукта производства.

И «таргет-костинг», и «кайзен-костинг» совместно решают эту задачу, но на разных стадиях жизненного цикла продукта и разными методами. Обе концеп-



Рис. 5.10. Система управления затратами в компании Toyota

ции предназначены для снижения уровня отдельных статей затрат и себестоимости конечного продукта в целом до некоторого приемлемого уровня, но если мы разделим жизненный цикл продукта на две части — стадию планирования и разработки и стадию производства, то «таргет-костинг» решает данную задачу на первой стадии, а «кайзен-костинг» — на второй. Вместе обе системы дают предприятию весьма ценное конкурентное преимущество, состоящее в достижении более низкого по отношению к конкурентам уровня себестоимости и возможности выбирать удобную ценовую политику для захвата / удержания соответствующих секторов рынка.

Тут надо отметить одну важную особенность совместного использования систем «таргет-костинг» и «кайзен-костинг» в японских компаниях. В традиционных отраслях промышленности, продукция которых характеризуется длительным жизненным циклом, основное внимание фокусируется именно на «кайзен-костинг», и, наоборот, в инновационных отраслях с коротким жизненным циклом производимых продуктов на первое место выдвигается «таргет-костинг».

В компаниях, которые условно можно отнести к традиционным отраслям промышленности, деятельность «кайзен» осуществляется на трех уровнях:

- 1) менеджеров и инженерно-технического персонала, для которых поддержка философии «кайзен» является функциональной обязанностью;
- 2) инициативных групп сотрудников, объединенных в кружки качества;
- 3) отдельных рабочих, которые имеют возможность через систему предложений вносить новые идеи.

Поощрение людей, активно принимающих участие в деятельности «кайзен», осуществляется с помощью как материального стимулирования, так и использования нематериальных стимулов и воздействий. Последние включают мероприятия, укрепляющие в сознании рабочих и специалистов ценности, культивируемые компанией, и сознание того, что успех каждого прямо связан с успехом его компании.

В инновационных же отраслях, как указывалось выше, «кайзен-костинг» гармонично дополняет систему «таргет-костинг», уступая последней первенство, но не утрачивая своей значимости.

На рис. 5.11 наглядно продемонстрировано влияние систем «таргет-костинг» и «кайзен-костинг» на кривые затрат и цен.

Когда производство продукта поколения  $t$  достигает точки наименьшей возможной себестоимости, наступает время для выведения на рынок модели нового поколения  $t + 1$ . Целевая себестоимость новой модели будет существенно снижена с помощью системы «таргет-костинг» еще на стадии проектирования и разработки, а затем — уже на стадии производства — будет постепенно, маленькими шажками, снижаться в соответствии с четко определенной «кайзен-задачей». Жизненный цикл (ЖЦ) модели поколения  $t + 1$  закончится тогда, когда будет достигнута точка минимальной себестоимости, после которой себестоимость может только повышаться. Далее весь процесс повторится, только уже для следующей модели поколения  $t + 2$  и т. д.

Как видим, последовательное «подключение» «таргет-костинг» и «кайзен-костинг» к механизму снижения себестоимости позволяет получить именно тот суммарный эффект, который необходим для достижения целевой себестоимости, закрепления нормативных значений затрат и их поддержки (контроля) на стадии производства.

Упомянутая выше разница между расчетной (после завершения проектирования) и целевой себестоимостью продукта является отправной точкой для определения «кайзен-задачи», т. е. целевого снижения отдельных статей затрат и себестоимости в целом в процессе производства. «Кайзен-задача» — понятие довольно общее, конкретнее она может подразделяться на задачи как для отдельных заводов, так и для более мелких подразделений (цехов, сборочных линий и т. д.).

Сотрудники японских компаний стремятся, чтобы достигнутый вследствие снижения себестоимости результат был равен или превышал обозначенные в «кайзен-задаче» целевые показатели, что является основанием для дополнительного, и, как правило, довольно существенного, вознаграждения (рис. 5.12).

Постановка и выполнение «кайзен-задачи» — довольно длительный процесс, тесно связанный с процессом планирования в корпорации и ее подразделениях.

Например, производители запасных частей к автомобилям каждый год изучают и пересматривают среднесрочные (3–5 лет) планы производства и планы прибыли на следующий год. Эта процедура выполняется плановым отделом, которому активно помогает отдел управления затратами (в составе дирекции по логистике). В конце года, после получения годовых планов производства от своего клиента (автомобильной компании), производители запчастей начинают формировать свой собственный годовой бюджет. Довольно часто планы производства требуют весьма тщательного изучения и неоднократно пересматриваются.

Когда окончательный вариант плана производства клиента согласован и утвержден, отдел продаж компании — производителя запчастей разрабатывает план производства для своей фирмы, в соответствии с которым далее каждый отдел калькулирует собственные плановые затраты. Например, если технический отдел собирается приобрести в следующем году новое оборудование, он должен оценить затраты, связанные с такой покупкой, в том числе затраты на амортизацию оборудования, и отобразить их в рабочей калькуляции.

Калькуляции, составленные всеми отделами компании, должны быть завершены за два-три месяца до начала следующего отчетного года.

Дальше отделом управления затратами оцениваются общие плановые затраты и составляется спроектированный отчет о прибылях и убытках. Показатели этого отчета сравниваются с показателем целевой прибыли в среднесрочном плане прибыли, после чего определяется разница между этими показателями, которая и становится основой «кайзен-задачи» на следующий год.

Значения целевого снижения затрат, которые в совокупности и составляют «кайзен-задачу», определяются по целому списку статей затрат (в основном переменных), таких как прямые материальные затраты, прямые затраты на

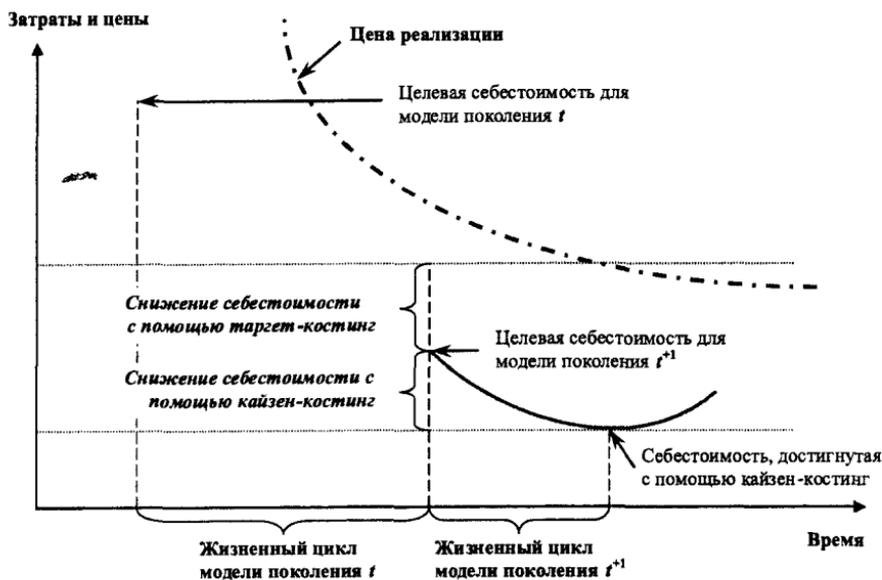


Рис. 5.11. Влияние систем «таргет-костинг» и «кайзен-костинг» на кривые затрат и цен

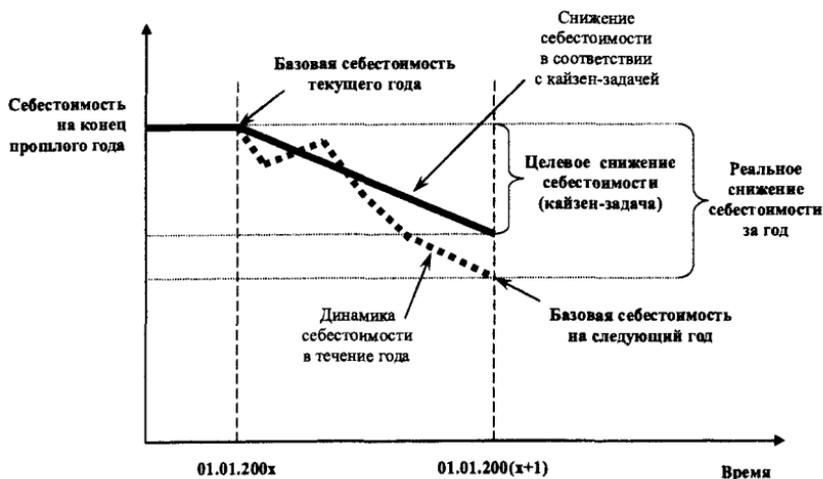


Рис. 5.12. Механизм снижения себестоимости в соответствии с «кайзен-задачей»

оплату труда и т. д. Постоянные же затраты группируются отдельно по каждому подразделению фирмы, после чего на основании показателей «кайзен-задачи» и бюджетов постоянных затрат составляется годовой бюджет.

С нового года вступает в силу новый бюджет и включается механизм деятельности «кайзен» на уровне групп сотрудников (кружков качества, проектных групп) и отдельных рабочих, вносящих свою лепту в улучшение бизнес-процессов всей компании по достижению уровня целевой себестоимости по каждому продукту.

На протяжении отчетного года сотрудниками отдела управления затратами ежемесячно производится проверка того, достигнуты ли промежуточные цели снижения переменных затрат, указанные в «кайзен-задаче», и выполняются ли бюджеты постоянных затрат.

Подводя итог, хотелось бы подчеркнуть, что не существует один-единственный универсальный и правильный метод управления затратами и себестоимостью продукции. Каждый из представленных имеет свои специфические особенности, недостатки и преимущества, а выбор и эффективность применения того или иного метода зависит прежде всего от целей развития предприятия, от размера компании, от уже имеющейся системы учета и управления себестоимостью. Отметим, что «стандарт-костинг», «директ-костинг» и «ABC-костинг» направлены в основном на регулирование затрат и оценку результативности, а «таргет-костинг» и «кайзен-костинг» являются инструментами снижения затрат, и их можно отнести скорее к области стратегического управления затратами, чем к сфере производственного учета.

## **5.4. Ценообразование в логистических системах**

### ***5.4.1. Роль ценообразования в современных условиях***

Цена является одним из основных факторов, влияющих на размер получаемой прибыли, а также на ряд других количественных и качественных показателей работы предприятия: рентабельность, оборот, конкурентоспособность, долю рынка и т. д. Более того, устанавливая тот или иной уровень цены, предприятие может достичь различных целей в зависимости от сложившейся на рынке ситуации: выживаемость фирмы, изменение темпов роста, увеличение объемов продаж, стабилизация или рост рыночной доли и т. д.

Решения, принимаемые руководством фирмы в области ценообразования, относятся к наиболее сложным и ответственным, поскольку они способны не просто ухудшить показатели финансово-хозяйственной деятельности, но и привести предприятие к банкротству. Кроме того, ценовые решения могут иметь долговременные последствия для потребителей, дилеров, конкурентов, многие из которых сложно предвидеть и соответственно оперативно предотвратить нежелательные тенденции после их проявления. Это особенно актуально в нынешних российских условиях, когда вследствие увеличивающейся конку-

ренции на рынке для успешной деятельности предприятия наибольшее значение приобретает выбор эффективного метода ценообразования.

Одним из наиболее быстрых и экономически эффективных методов увеличения нормы прибыли является отладка механизма ценообразования. Прошло время, когда снижение затрат, увеличение объема производства и производительности считались основными средствами увеличения прибыльности компании. Влияние ценообразования на прибыль значительно. В табл. 5.7 приведено сравнение влияния различных факторов на прибыль для среднестатистической компании.

Таблица 5.7

Влияние цены и других факторов на прибыль	
Фактор	Увеличение прибыли (в %)
Цена — увеличение на 1%	11,1
Объем продаж — увеличение на 1%	7,8
Переменные издержки — снижение на 1%	3,3
Постоянные издержки — снижение на 1%	2,3

Так, увеличение цены на 1% приводит к увеличению прибыли в среднем на 11,1%. Таким образом, влияние цены на увеличение прибыли в 3—4 раза больше, чем влияние объема продаж. Справедливо и обратное утверждение — снижение цены на 1% (при неизменном объеме продаж) приводит к снижению прибыли на 11%. Такой механизм увеличения прибыли представляется весьма значимым, особенно если учитывать невысокую норму прибыли у большинства современных предприятий.

#### 5.4.2. Методологические вопросы ценообразования

**Методология ценообразования** — это совокупность общих правил, принципов и методов: разработка концепции ценообразования, определение и обоснование цен, формирование системы цен, управление ценообразованием.

Методология едина для всех уровней установления цен, т. е. основные положения и правила формирования цен не меняются в зависимости от того, кто и на какой срок устанавливает цены. Но нельзя ставить знак равенства между методологией и методикой. Они существенно отличаются друг от друга: на основе методологии разрабатывается стратегия ценообразования, а методики содержат конкретные рекомендации и средства (инструментарий) для реализации этой стратегии на практике. Отсюда следует, что методики — это составные элементы методологии, которые объединяют целый ряд методов формирования цен. Есть, например, методика определения цен на новые виды продукции, методика учета в ценообразовании природно-географического фактора и др. Существующие методики различаются в зависимости от уровней управления, видов цен и групп продукции. Каждая методика имеет свои особенности. Но эти особенности и различия не должны выходить за рамки требований единой методологии. Таким образом, методики являются первым и важнейшим элемен-

том методологии. Вторым важным составным элементом методологии являются принципы ценообразования.

Принципы ценообразования могут быть реализованы только на основе разработки и применения соответствующих методов (методик). Следовательно, принципы и методы тесно между собой связаны и образуют методологию. Принципы ценообразования — это постоянно действующие основные положения, характерные для всей системы цен и лежащие в ее основе.

Многие ученые выделяют следующие важнейшие *принципы ценообразования*:

- научность обоснования цен;
- целевая направленность цен;
- непрерывность процесса ценообразования;
- единство процесса ценообразования и контроля за соблюдением цен.

*Принцип научности обоснования цен* состоит в необходимости познания и учета в ценообразовании объективных экономических законов развития рыночной экономики и, прежде всего, закона стоимости, законов спроса и предложения. Научное обоснование цен базируется на глубоком анализе конъюнктуры рынка, всех рыночных факторов, а также действующей в отрасли сбыта системы цен. При этом необходимо выявить тенденции развития производства, спрогнозировать изменение уровня издержек, спроса, качества товаров и др. Научность обоснования цен во многом зависит от полноты информационного обеспечения процесса установления цен и требует обширной и разнообразной информации, прежде всего экономической.

*Принцип целевой направленности цен* состоит в четком определении целевой аудитории, для которой планируется реализовывать конкретный вид продукции по конкретной в данный момент времени цене. Другая сторона целевой ориентации цен направлена на создание возможностей освоения новой, прогрессивной продукции, повышения ее качества. С макроэкономической точки зрения в России (и за рубежом, например в США) на определенный период времени допускается установление цен на принципиально новые виды продукции, обеспечивающие максимальную (монопольную) прибыль. Целевые приоритеты и целевая направленность цен может изменяться на каждом этапе развития организации и жизненного цикла продукции.

*Принцип непрерывности процесса ценообразования* проявляется в следующем. Во-первых, в своем движении от сырья до готового изделия продукция проходит ряд этапов (например, руда — чугуны — сталь — прокат и т. д.), на каждом из которых она имеет свою цену. Во-вторых, в действующие цены постоянно вносятся изменения и дополнения в связи со снятием с производства устаревших товаров и освоением новых. С развитием рыночных отношений и усилением конкуренции этот процесс становится все более динамичным.

*Принцип единства процесса ценообразования и контроля за соблюдением цен* состоит в том, что государственные органы обязаны их контролировать. Этот контроль распространяется прежде всего на продукцию и услуги тех отраслей, по которым осуществляется государственное регулирование цен. Это — продукция и услуги предприятий и отраслей-монополистов: газ, электроэнергия,

услуги транспорта и т. д. Цель контроля — проверка правильности применения установленных законодательством, общих для всех принципов и правил ценообразования. В случае нарушения дисциплины цен на предприятии или в организации на виновников налагаются административные и экономические санкции (штрафы и др.).

Различают два вида контроля за ценами:

1) Государственный, осуществляемый государственными органами ценообразования — федеративными и региональными, при которых имеются инспекции по ценам. Кроме того, такой контроль могут проводить Государственный антимонопольный комитет РФ, государственные инспекции по торговле, качеству товаров и защите прав потребителей при органах торговли и другие государственные органы и структуры, в полномочия которых входят функции контроля за уровнем цен.

2) общественный, проводимый обществами потребителей. Законом о защите прав потребителей, принятым в Российской Федерации, предусматриваются определенные права по контролю за ценами со стороны обществ потребителей.

#### *5.4.3. Постановка задач и целей при управлении ценообразованием*

Организациям необходимо иметь методику расчета исходных цен на свои товары. Ф. Котлер в работе «Основы маркетинга» рассматривает методику расчета цен, состоящую из следующих этапов (рис. 5.13).

Прежде всего организации необходимо определиться с целями ценовой политики. Обычно этих целей несколько:

- обеспечение существования предприятия на рынках;
- максимизация прибыли;
- максимальное расширение оборота;
- лидерство в качестве.

Проблемы с существованием могут возникнуть из-за конкуренции или изменившихся запросов потребителей. Чтобы обеспечить работу предприятий и сбыт своих товаров, фирмы вынуждены устанавливать низкие цены в надежде на благожелательную ответную реакцию потребителей. При этом прибыль может терять свое первостепенное значение. Но пока цена покрывает издержки, производство может продолжаться.

Многие предприниматели хотели бы установить на свой товар цену, которая обеспечивала бы максимум прибыли. Для этого определяют возможный спрос и предварительные издержки по каждому варианту цен. Из альтернатив выбирается та, которая принесет в краткосрочной перспективе максимальную прибыль.

Цену, направленную на максимизацию оборота, применяют тогда, когда продукт производится корпоративно и сложно определить всю структуру и функции издержек. Важно правильно оценить спрос. Реализовать данную цель можно посредством установления процента комиссионных от объема сбыта.

Считается, что увеличение объема сбыта приводит к снижению издержек на единицу продукции и к увеличению прибыли. Исходя из возможностей



Рис. 5.13. Этапы расчета цены (по Котлеру)

рынка устанавливают цену как можно ниже, что именуется «ценовая политика наступления на рынок».

Предприятие, которое способно закрепить за собой репутацию производителя товара (услуги) высшего качества, устанавливает высокую цену, чтобы покрыть большие издержки, связанные с повышением качества и необходимыми для этого затратами. Скажем, фирма «Катерпиллер» предлагает строительные машины высшего качества, и отличное сервисное обслуживание. Она может себе позволить достижение цели лидерства в качестве при более высоких ценах, чем у ее конкурентов.

Указанные цели ценовой политики соотносятся между собой далеко не всегда. На разных этапах фирма может уделять приоритетное внимание различным целям развития бизнеса.

#### 5.4.4. Политика ценообразования

На сформировавшихся рынках товаров и оказываемых услуг, производящихся уже в течение длительного времени, реализуются следующие ценовые политики:

- скользящее падение цен по мере насыщения рынка;

- долговременное удержание цены, подчеркивающее стабильность положения товара и предприятия на рынке;
- установление сегментных цен, цен разного уровня, реализуемых различным группам потребителей, примерно на одни и те же виды изделий и услуг;
- гибкое регулирование цен в зависимости от колебаний спроса и предложения;
- преимущественное ценообразование, выражающееся в установлении предприятием, доминирующим на рынке, пониженной цены за счет низких издержек производства при больших объемах производства и сбыта;
- изменение цены на изделия, снятые с производства другими предприятиями;
- договорные цены или на изделия специального вида, или на обычную продукцию при выполнении ряда специфических условий покупателей.

На вновь формирующихся рынках новых товаров и услуг применяются следующие ценовые политики:

- «снятие сливок», подразумевающее установление высокой цены на новое или существенно модернизированное изделие в расчете на наличие достаточно значительной группы потребителей, готовых купить по такой цене;
- цена внедрения на рынок, подразумевающая установление более низкой цены, чем цены на похожие товары;
- «психологическая цена», создающая у потребителя впечатление более низкой цены за счет небольшой скидки с круглой суммы (например, 99 руб. вместо 100);
- цена лидера на рынке или в отрасли, которая устанавливается ведущей фирмой отрасли и под которую подстраиваются другие производители аналогичной продукции;
- цена, возмещающая издержки производства, предполагающая компенсацию затрат и получение средней нормы прибыли;
- престижная цена, подчеркивающая высокое качество и особые, непревзойденные свойства продукции.

Рассмотрим более подробно некоторые из них.

**Установление престижных цен.** Примерами товаров такой политики ценообразования могут служить драгоценности, норковые шубы, черная икра и т. д. Последнее время характерно расширение ассортимента престижных товаров. Они обладают люксовым уровнем качества. Если такого рода товары будут продаваться по низким ценам, они станут легкодоступными и потеряют свою главную привлекательность для рынка престижных покупателей. Вместе с тем нереально ожидать существенного увеличения продаж, если сбывать престижные товары по высоким ценам, но ниже уровня, сложившегося на рынке. В отношении подобных товаров целесообразно устанавливать цены повыше. Это будет служить мощным стимулом для покупателей, рассчитывающих на демонстрационный эффект приобретаемого товара, и послужит основой еще более высокого

уровня продаж. Следовательно, по таким товарам эффективно с самого начала выхода на рынок использовать политику высоких цен и поддержания имиджа сверхвысокого класса.

Первостепенное внимание в последние годы уделяется политике установления цены на новую продукцию (услуги) и прогнозирования цены в расчете на все стадии жизненного цикла товара на внутреннем и мировом рынках. Еще при проектировании нового товара в рамках научных исследований и разработок фирма осуществляет крупные инвестиции в целях достижения высокого рыночного эффекта от дальнейших продаж. Нацеленные на будущее капиталовложения будут тем больше, чем конструктивно новее будет создаваемый товар, так как чрезвычайно важно добиться быстрой окупаемости товара и возвращения средств, вложенных в него.

*Политика «снятия сливок»* предполагает установление высоких цен на новую продукцию и рассчитана на обеспеченные слои потребителей. На стадии выведения нового товара на рынок на нем отсутствуют конкуренты или их очень мало. Фирма, внедряющая новый товар на рынок, обладает монопольным положением, позволяющим проводить политику высоких цен.

В дальнейшем, когда продажи данного товара будут снижаться, фирмы, применяющие такую политику, идут на некоторое снижение уровня цен, одновременно внимательно следя за реакцией рынка и привлекая более низкими ценами дополнительные слои покупателей и потребителей, на основе поэтапных снижений цен фирмы осуществляют «выдавливание» всего рыночного спроса, заложенного первоначально в новый товар (чем и объясняется название такой политики ценообразования).

*Политика «прорыва на рынок»* предполагает обратное: фирма открывает продажу нового товара с низкой цены, чтобы товар быстрее достиг стадии роста и в сравнительно короткий срок для него был создан массовый рынок. Основой такой политики выступает формирование массовых товаропроводящих каналов сбыта. Эта политика требует осторожности, неудача в ее проведении может привести к затруднениям в возмещении ранее осуществленных капиталовложений в разработку товара и продвижение его на рынок и к финансовым трудностям фирмы, тем более что повысить на данный товар цены в дальнейшем окажется чрезвычайно трудно, и их можно будет только снижать, чтобы удержать товар на рынке.

*Политика «поддержания низких цен»* заключается в стратегической концепции удержания низких цен на продукцию, при обеспечении требуемого рынком уровня качества.

Выбор ценовой политики — тонкое искусство, так как приходится учитывать плохоосознаваемые факторы: необходимую скорость проникновения на рынок, жесткость конкуренции, динамику своей доли рынка, сроки возврата кредитов и т. д.

### 5.4.5. Классификация методов ценообразования

В экономической литературе описано достаточно большое количество методов ценообразования, применяющихся как зарубежными, так и российскими предприятиями.

Все методы ценообразования могут быть разделены на три основные группы в зависимости от того, на что в большей степени ориентируется предприятие-производитель или продавец (рис. 5.14):

- 1) на издержки производства — затратные методы;
- 2) на конъюнктуру рынка — рыночные методы;
- 3) нормативы затрат на технико-экономический параметр продукции — параметрические методы.

В свою очередь, группа рыночных методов ценообразования может быть разделена еще на две подгруппы в зависимости от:

- 1) отношения потребителя к товару — методы с ориентацией на потребителя;
- 2) конкурентной ситуации на рынке — методы с ориентацией на конкурентов.

Рассмотрим методы ценообразования, входящие в каждую из групп и подгрупп, исходя из предложенной выше классификации, опишем их преимущества и недостатки, а также возможности применения того или иного метода в изменяющихся рыночных условиях.

**Затратные методы** ценообразования предполагают расчет цены продажи продукции путем прибавления к издержкам производства некой определенной величины.

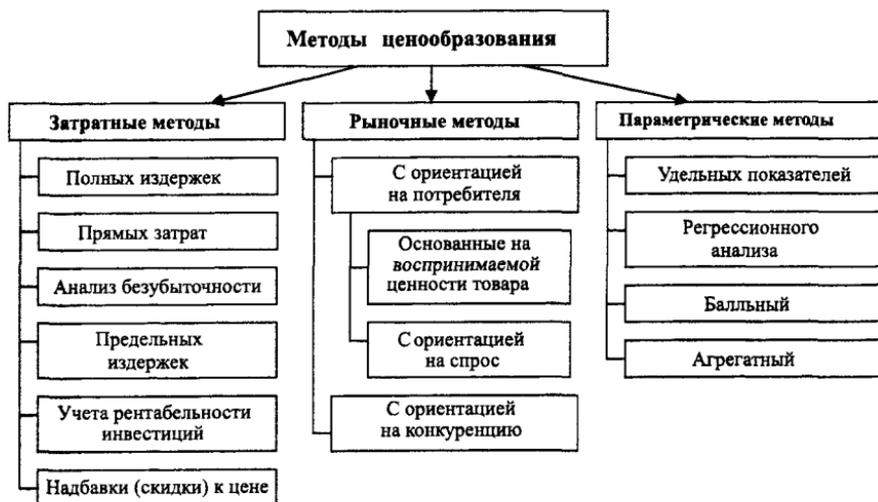


Рис. 5.14. Классификация методов ценообразования

Суть метода, основанного на определении **полных издержек** (метод «издержки плюс»), состоит в суммировании совокупных издержек (переменные (прямые) плюс постоянные (накладные) издержки) и прибыли, которую фирма рассчитывает получить.

Если предприятие отталкивается от определенного процента рентабельности производства продукции, то расчет продажной цены может быть произведен по следующей формуле:

$$\boxed{\text{Цена единицы продукции}} = \boxed{\text{Затраты на 1 единицу продукции}} + \left( \boxed{\text{Коэффициент рентабельности}} \times \boxed{\text{Затраты на 1 единицу продукции}} \right)$$

### Пример

Определить цену продукции, если:

- калькулирование себестоимости показывает, что затраты на одно изделие составят 50 руб./шт.;
- типичной для предприятия и данного вида продукции является рентабельность в 25% (по отношению к себестоимости).

### Решение

Цена единицы продукции = 50 руб./шт. + (0,25 × 50 руб./шт.) = **62,5 руб./шт.**

Любой метод отнесения на себестоимость товара постоянных издержек (например, арендной платы), которые являются расходами по управлению предприятием, а не расходами для производства данного товара, — условный, и он искажает подлинный вклад продукта в доход предприятия.

В связи с этим на практике используются различные способы распределения постоянных затрат:

- пропорционально заработной плате производственных рабочих;
- пропорционально затратам на материалы;
- пропорционально переменным издержкам.

Предположим, фирма производит три вида товаров. Данные о количестве производимых ею товаров, переменных затратах и полной себестоимости приведены в табл. 5.8.

Таблица 5.8

Условный пример 2 распределения постоянных затрат (руб.)

	Товар А	Товар Б	Товар В	Всего
1. Количество единиц	8000	18 000	6000	32 000
2. Переменные издержки — всего:	20 000	40 000	18 000	78 000
— на зарплату производственных рабочих	4000	8000	12 000	24 000
— на материалы	16 000	32 000	6000	54 000
3. Общие постоянные издержки				60 000

Окончание табл. 5.8

	Товар А	Товар Б	Товар В	Всего
4. Распределение постоянных издержек между товарами:				
4.1. Пропорционально зарплате производственных рабочих	10 000	20 000	30 000	60 000
4.2. Пропорционально затратам на материалы	17 778	35 556	6667	60 000
4.3. Пропорционально переменным издержкам	15 385	30 769	13 846	60 000
5. Общая себестоимость при распределении постоянных издержек:				
— по способу 4.1	30 000	60 000	48 000	138 000
— по способу 4.2	37 778	75 556	24 667	138 000
— по способу 4.3	35 385	70 769	31 846	138 000

Цена единицы каждого товара при рентабельности 25% к себестоимости и распределении затрат разными способами дана в табл. 5.9.

Таблица 5.9

**Условный пример определения цены с учетом  
способа распределения постоянных затрат (руб.)**

	Себестоимость единицы			Прибыль на единицу			Цена единицы		
	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В
— по способу 4.1	3,75	3,33	8,00	0,94	0,83	2,00	4,69	4,17	10
— по способу 4.2	4,72	4,20	4,11	1,18	1,05	1,03	5,90	5,25	5,14
— по способу 4.3	4,42	3,93	5,31	1,11	0,98	1,33	5,53	4,91	6,63

Таким образом, каждая из трех рассчитанных цен, с учетом различных способов отнесения на себестоимость полных затрат, является вполне обоснованной, но какую цену выберет предприятие, зависит от того, какая ситуация сложилась на рынке (конкуренты, спрос и т. д.).

Метод полных издержек обеспечивает полное покрытие всех затрат и получение обычной прибыли. Надбавка покрывает затраты по реализации, косвенные налоги и таможенные пошлины. Этот метод часто применяется для расчета цен на традиционные товары, а также для первоначного установления цен на совершенно новые товары. К его недостаткам следует отнести полное игнорирование кривых спроса и эластичности.

Сущность метода **прямых затрат** (метод минимальных издержек, метод стоимостного изготовления) состоит в установлении цены путем добавления к переменным затратам определенной надбавки — прибыли. При этом постоянные расходы, как расходы предприятия в целом, не распределяются по отдельным товарам, а погашаются из разницы между суммой цен реализации и переменными затратами на производство продукции. Эта разница получила название «добавленной», или «маржинальной» прибыли.

**Идея метода маржинальной прибыли** заключается в том, что при достижении определенного объема производства (и сбыта) продукции выручка должна по-

крыть не только постоянные и переменные издержки, но и обеспечить получение заданной (запланированной) прибыли.

### Пример

Определить цену продукции, если известно, что:

- затраты сырья и материалов на одно изделие равны 10 тыс. руб., затраты на оплату труда — 4 тыс. руб., итого переменных затрат — 14 тыс. руб.;
- объем производства — 1000 шт./год;
- постоянные затраты — 2000 тыс. руб./год;
- запланированная прибыль — 4000 тыс. руб./год.

### Решение

1. Рассчитаем маржинальную прибыль на одно изделие по формуле:

$$\boxed{\text{Марж. прибыль на одно изделие}} = \left( \boxed{\text{Планируемая прибыль}} + \boxed{\text{Постоянные затраты}} \right) : \boxed{\text{Объем реализации}}$$

Маржинальная прибыль на одно изделие = (4000 тыс. руб./год. + 2000 тыс. руб./год) : 1000 шт./год = 6 тыс. руб./шт.

2. Рассчитаем цену продукции по формуле:

$$\boxed{\text{Цена единицы продукции}} = \boxed{\text{Марж. прибыль на одно изделие}} + \boxed{\text{Переменные затраты}}$$

Цена продукции = 14 тыс. руб./шт. + 6 тыс. руб./шт. = **20 тыс. руб./шт.**

При правильном подходе переменные (прямые) издержки должны явиться тем пределом, ниже которого ни один производитель не будет оценивать свою продукцию. В любом случае истинная функция издержек заключается в установлении нижнего предела первоначальной цены на продукт, в то время как ценность этого продукта для потребителя определяет высший предел установления цены на него. На практике переменные издержки могут в определенных условиях, когда имеются большие нагруженные мощности и стоит вопрос о выживании фирмы, выступать нижним пределом цены.

Если в случае применения метода полных затрат расчет начинается с суммирования всех затрат, связанных с производством продукции, то в случае метода прямых затрат фирма начинает с оценки потенциального объема продаж по каждой предполагаемой цене. Подсчитывается сумма прямых переменных затрат и определяется величина наценки (маржинальной прибыли) на единицу продукции и весь объем прогнозируемых продаж по предполагаемой цене.

Вычитая из полученных суммарных наценок постоянные расходы, определяют операционную прибыль при реализации продукции.

Условный пример определения цены методом прямых затрат рассматривается в табл. 5.10.

Таблица 5.10

## Условный пример определения цены методом прямых затрат (тыс. руб.)

Предполагаемая цена единицы продукции	28,00	26,00	25,00	24,00
Сумма переменных (прямых) затрат (производственных и сбытовых)	18,6	18,0	17,50	17,10
Маржинальная прибыль на единицу продукции	9,4	8,0	7,5	6,9
Ожидаемый объем продаж, шт.	400	490	530	580
<b>Суммарная маржинальная прибыль</b>	<b>3760</b>	<b>3920</b>	<b>3975</b>	<b>4002</b>
Постоянные затраты при 100%-ном использовании производственных мощностей	3000	3000	3000	3000
<b>Операционная прибыль</b>	<b>760</b>	<b>920</b>	<b>975</b>	<b>1002</b>

Из этого примера видно, что наибольшую прибыль предприятие получит при продаже 580 изделий по цене 24,0 тыс. руб.

Метод прямых затрат позволяет с учетом условий сбыта находить оптимальное сочетание объемов производства, цен реализации и расходов по производству продукции.

К методам ценообразования на основе издержек производства относится **расчет цен на основе анализа безубыточности** и обеспечения целевой прибыли. Фирма стремится установить на свой товар цену на таком уровне, который обеспечивал бы ей получение желаемого объема прибыли. Подробнее о расчете точки безубыточности — см. п. 5.2.3 — Анализ «затраты — объем производства — прибыль».

Расчет цен на основе метода **предельных издержек** также базируется на анализе себестоимости. При предельном ценообразовании надбавка делается только к предельно высокой себестоимости производства каждой последующей единицы уже освоенного товара или услуги.

Этот метод оправдан только в том случае, если гарантированная продажа по более высокой цене достаточна, чтобы покрыть накладные расходы.

**Пример**

Предприятие производит единственный продукт. Его производственные мощности позволяют выпускать 100 000 шт. в квартал. Оценка издержек за квартал следующая.

Характеристика издержек предприятия:

- оплата труда рабочих — 600 тыс. руб.;
- основные материалы — 200 тыс. руб.;
- переменные накладные расходы — 200 тыс. руб.;
- постоянные накладные расходы — 400 тыс. руб.

Предприятие получило заказ на 80 тыс. шт. изделий по сложившейся на рынке цене 18 руб./шт. Получение заказа на остальные 20 тыс. шт. маловероят-

но. Однако заказчик согласен купить впрок для себя оставшиеся 20 тыс. шт. по 12 руб./шт. Следует ли принять заказ?

### Решение

1. Рассчитаем себестоимость одного изделия по следующей формуле:

$$\boxed{\text{Себестоимость 1 единицы продукции}} = \boxed{\text{Себестоимость продукции}} : \boxed{\text{Объем продукции}}$$

Себестоимость одного изделия = (600 тыс. руб. + 200 тыс. руб. + 200 тыс. руб. + 400 тыс. руб.) : 100 000 шт. = 1 400 000 руб. : 100 000 шт. = **14 руб./шт.**

2. Рассчитаем размер убытков, которые понесет предприятие с продажи 20 000 шт., если цена реализации за шт. составит 12 руб.:

Размер убытков = ( 14 – 12 ) руб./шт. × 20 тыс. шт. = **40 тыс. руб.**

Следовательно, от дополнительного заказа в размере 20 тыс. шт. следует отказаться. Но этот заказ убыточен для предприятия только на первый взгляд. Дело в том, что постоянные накладные расходы в течение квартала изменить нельзя, а они составляют 400 тыс. руб./квартал и останутся неизменными вне зависимости от того, принимает предприятие заказ или нет.

Предположим также, что предприятие имеет постоянных рабочих, а некоторых в зависимости от загрузки заказами нанимает дополнительно.

Поэтому при заказе изделий в количестве 80 000 шт. оплата труда составит:  $600 \times (80\,000 : 100\,000) = 480$  тыс. руб., а переменные накладные расходы:  $200 \times (80\,000 : 100\,000) = 160$  тыс. руб.

Результаты расчетов сведем в таблицу.

**Показатели издержек и прибыли предприятия при различных вариантах исполнения заказа**

Показатель	Решение	
	заказ не принимается	заказ принимается
1. Выпуск, шт.	80	80 + 20
2. Цена, руб./шт.:		
— для 80 000 шт.	18	18
— для дополнительного выпуска 20 000 шт.	—	12
3. Выручка, тыс. руб.	1440	1440 + 240 = 1680
4. Оплата труда, тыс. руб.	480	600
5. Основные материалы, тыс. руб.	160	200
6. Переменные накладные расходы, тыс. руб.	160	200
7. Постоянные накладные расходы, тыс. руб.	400	400
8. Прибыль [п. 3 – (п. 4 + п. 5 + п. 6 + п. 7)], тыс. руб.	240	280

Таким образом, прибыль при принятом дополнительном заказе на 20 000 шт. по цене ниже себестоимости не только не уменьшилась, а возросла на 40 тыс. руб., потому что выручка от дополнительного заказа покрыла часть постоянных расходов предприятия.

Однако, прежде чем принять окончательное решение о принятии дополнительного заказа, надо учесть обстоятельства, не входившие в расчеты. Мы неявно предположили, что продажа 20 000 изделий по цене ниже рыночной не повлияет на будущую рыночную цену, а ведь конкуренты тоже могут снизить цены и использовать резервные мощности. Если это произойдет, то падение рыночной цены снизит будущие доходы, а потери будущих доходов могут перекрыть выигрыш текущего квартала. Поэтому руководство при решении вопроса о принятии дополнительного заказа на 20 000 изделий должно учесть и указанное обстоятельство и, возможно, другие изменяющиеся условия.

Этот пример использует аргумент предельного ценообразования, который состоит в следующем: как только достигнут уровень продаж, при котором можно покрыть все расходы, включая накладные, можно позволить себе снизить цену. Нужно только покрыть себестоимость обслуживания одного дополнительного пассажира (покупателя). Любая цена, превышающая эту дополнительную себестоимость, дает дополнительную прибыль, особенно если более низкая цена стимулирует повышение спроса на товар или услугу. Однако для установления цен на всю продукцию или весь объем услуг этот метод использован быть не может, так как постоянные расходы должны быть возвращены предприятию в общей выручке.

Метод **учета рентабельности инвестиций** также относится к группе методов расчета цен на основе издержек. Основная задача данного метода состоит в том, чтобы оценить полные затраты при различных программах производства товара и определить объем выпуска, реализация которого по определенной цене позволит окупить соответствующие капиталовложения.

### **Пример**

Определить цену продукции, если известно, что:

- производство нового изделия требует капиталовложений в объеме 800 тыс. руб.;
- годовой объем производства составляет 20 000 шт.;
- постоянные затраты равны 900 000 руб.;
- переменные затраты составляют 100 руб./шт.;
- рентабельность инвестиций ( $P_{инв}$ ) должна быть 20% годовых.

### **Решение**

1. Рассчитаем цену методом рентабельности инвестиций по следующей формуле:



Цена продукции = 100 руб./шт. + (900 000 руб. : 20 000 шт.) + [ (800 000 руб. : 20 000 шт.) × 0,2 ] = 100 руб./шт. + 45 руб./шт. + 8 руб./шт. = **153 руб./шт.**

Данный метод — единственный из всех, который учитывает платность финансовых ресурсов, необходимых для производства и реализации товара. Метод успешно подходит при принятии решений об объеме производства нового для предприятия товара.

Основной недостаток метода — размер процентных ставок в условиях инфляции весьма неопределен во времени.

В практике оптовых и розничных продавцов встречается ситуация, когда покупатель требует от них осуществить снижение цены на определенное количество процентов. Поэтому, если заранее определить величину прибыли, которую необходимо получить в целом от продажи данного товара, можно легко и без ущерба для финансовой деятельности фирмы контролировать величину снижения цен.

В данном случае при расчете цены используют **метод надбавки (скидки) к цене**. Данный метод предполагает умножение цены приобретения товара на повышающий коэффициент по формуле (5.1)

$$P_s = P_p \times (1 + m), \quad (5.1)$$

где  $P_s$  — цена продажи;

$P_p$  — цена приобретения;

$m$  — повышающий коэффициент (торговая надбавка), %.

Повышающий коэффициент может быть рассчитан несколькими способами. Первым способом исчисляется процент наценки на основе цены приобретения товара по следующим формулам:

$$mp = (P_s - P_p) : P_p; \quad (5.2)$$

$$mp = M : (P_s - M), \quad (5.3)$$

где  $mp$  — коэффициент добавочной стоимости по отношению к цене приобретения;

$P_s$  — цена продажи;

$M$  — маржа (прибыль).

Вторым способом исчисляется процент наценки на основе цены реализации по приводимым ниже формулам:

$$ms (\%) = (Ps - Pp) : Ps; \quad (5.4)$$

$$ms (\%) = M : (Pp + M), \quad (5.5)$$

где  $ms$  — коэффициент добавочной стоимости по отношению к цене продажи.

Процент наценки на основе цены реализации легко пересчитывается в процент наценки на основе цены приобретения товара. Возможна и обратная операция. Их взаимосвязь выражается формулами

$$ms = mp : (100\% + mp); \quad (5.6)$$

$$mp = ms : (100\% - ms). \quad (5.7)$$

Выражение коэффициента повышения цены от цены продажи через коэффициент повышения цены от себестоимости называется восстановлением себестоимости. И наоборот, выражение коэффициента повышения цены от себестоимости через коэффициент повышения цены от цены продажи называется восстановлением цены продажи.

Естественно, что при проведении политики снижения цен коэффициент повышения цены от продажи будет различным при его подсчете до снижения цены и после ее снижения. Первый из них называется первоначальным — исходным коэффициентом; а последний — реальным, так как показывает, какую величину прибыли можно получить в итоге, т. е. в результате фактической сбытовой деятельности в связи с продажей товара по сниженным ценам. Он подсчитывается по формуле

$$Rm = RECh : Np, \quad (5.8)$$

где  $Rm$  — реальный коэффициент повышения цены;

$RECh$  — сумма фактической надбавки к цене;

$Np$  — чистая выручка от продаж.

Первоначальный же коэффициент повышения цены подсчитывается по формуле

$$Fm = (RECh + D) : (NT + D), \quad (5.9)$$

где  $Fm$  — первоначальный коэффициент повышения цены;

$D$  — сумма снижения цены.

Рассмотрим *пример 7*. Себестоимость единицы товара равна 1700 руб. Сумма наценки — 900 руб. Процент наценки на себестоимость составляет: 900 руб. : 1700 руб.  $\times$  100 = 52,9%. То же на основе цены реализации: 900 руб. : (1700 руб. + 900 руб.)  $\times$  100 = 34,5%.

Вышеперечисленные методы определения цен на базе издержек больше подходят для обоснования базисной цены, которая должна ответить на вопрос,

можно или нельзя выходить на рынок с данным товаром, чем для определения окончательной продажной цены.

При использовании **методов рыночного ценообразования** производственные затраты рассматриваются предприятием лишь как ограничительный фактор, ниже которого реализация данного товара экономически невыгодна.

Предприятия, использующие рыночные методы **с ориентацией на потребителя**, прежде всего ориентированы в своей практике ценообразования на сложившийся уровень спроса на товар, на эластичность спроса, а также на ценностное восприятие потребителем их продукции.

С позиций экономической науки ценность определяется как общее удовлетворение, получаемое покупателем в результате потребления приобретенного им блага, т. е. польза, которую это благо ему приносит.

В маркетинге под воспринимаемой ценностью понимается оценка желанности блага, которая в денежном выражении превышает ценность этого блага. В данном случае в основе измерения лежат соотношения полезности и цены благ, которые являются реально доступными покупателю среди альтернативных вариантов. Методы ценообразования, основанные на **воспринимаемой ценности товара**, базируются на величине экономического эффекта, получаемого потребителем за время использования товара. К данной подгруппе методов можно отнести:

- 1) метод расчета экономической ценности товара;
- 2) метод оценки максимально приемлемой цены.

Процедура расчета цены по **методу расчета экономической ценности товара** для потребителя состоит из следующих этапов:

- 1) определение цены (или затрат), связанной с использованием того блага (товара или технологии), которое покупатель склонен рассматривать как лучшую из реально доступных ему альтернатив;
- 2) определение всех параметров, которые отличают ваш товар как в лучшую, так и в худшую сторону от товара-альтернативы;
- 3) оценка ценности для покупателя различий в параметрах вашего товара и товара-альтернативы;
- 4) суммирование цены безразличия и оценок положительной и отрицательной ценности отличий вашего товара от товара-альтернативы.

Применение данного метода на практике демонстрирует следующий пример. Известная американская тракторно-строительная фирма «Катерпиллер» начала продажу новой модели трактора по цене 3400 тыс. руб. Но по основным техническим характеристикам эта модель была аналогична трактору конкурирующей компании, который стоил всего 3000 тыс. руб. Почему данная фирма предлагает нам платить на 400 000 рублей больше? Отвечая на этот вопрос, торговые агенты предлагали потенциальным клиентам ознакомиться с калькуляцией цены, которая выглядела следующим образом:

2000 тыс. руб. — цена аналогичного трактора конкурента (т. е. цена безразличия);

300 тыс. руб. — премиальная наценка за повышенную долговечность трактора;

200 тыс. руб. — премиальная наценка за его повышенную надежность;

200 тыс. руб. — премиальная наценка за повышенный уровень сервиса;

100 тыс. руб. — стоимость более длительной гарантии на узлы и детали.

Всего 3800 тыс. руб. — реальная стоимость трактора с учетом всех преимуществ перед конкурентом.

Минус 400 тыс. руб. — поощрительная скидка с цены для привлечения покупателей.

Итого 3400 тыс. руб. — окончательная цена (потребитель узнает, что, несмотря на наценку в 400 тыс. руб., он получает скидку в 400 тыс. руб.).

Вторым способом определения цены через воспринимаемую ценность товара является **метод оценки максимально приемлемой цены**.

Данный подход особенно полезен для установления цен на промышленные товары, когда базовая выгода для покупателя состоит в снижении издержек. Под максимальной ценой понимается цена, соответствующая нулевой экономии на издержках, т. е. чем выше будет цена относительного данного уровня, тем сильнее будет ее неприятие покупателем.

Процедура определения цены по методу оценки максимально приемлемой цены сводится к следующим расчетам:

- 1) определение совокупности направлений применения товара;
- 2) выявление неценовых достоинств товара для покупателя;
- 3) выявление всех неценовых издержек покупателя при использовании товара;
- 4) установление уровня равновесия «достоинства — издержки».

Предприятие при выборе метода ценообразования может также ориентироваться на сложившийся уровень спроса на товар. Подгруппа методов с **ориентацией на спрос** может быть подразделена на:

- 1) метод анализа пределов;
- 2) метод анализа пика убытков и прибылей.

**Метод на основе анализа пределов** чаще всего используется компаниями, ведущими или начинающими свою хозяйственную деятельность на несовершенном рынке. На данном рынке товары обычно показывают кривую спроса, понижающуюся на графике вправо, что означает их высокую ценовую эластичность, т. е. когда спрос на товары чутко реагирует на изменение цены: при повышении цены снижается объем продаж, а при ее понижении, наоборот, повышается. В этом случае фирмы-продавцы пытаются определить цену в районе точки совпадения предельных доходов и расходов, т. е. на уровне, обеспечивающем достижение максимально высокой прибыли, найдя соответствующие этой точке объемы продаж и определив цену на данное время.

Как показано на приведенном ниже графике (рис. 5.15), если фирма увеличивает объем продаж на некоторую величину, то получает увеличение предельной прибыли (MR) в качестве дополнительного дохода. Но при этом нельзя избежать учета предельных расходов (MC), которые являются дополнительными расходами.

Следовательно, в той части графика, где прямая  $MR$  идет выше кривой  $MC$ , присутствует прямая зависимость роста прибылей от роста продаж. Однако если отношения  $MR$  и  $MC$  противоположные, то, наоборот, прибыль съедается, поэтому точка пересечения этих кривых  $Q$  становится точкой, обеспечивающей максимальную прибыль. Таким образом, цену продажи на соответствующие товары и услуги следует искать в районе линии предельной прибыли  $MR$  и кривой предельных расходов  $MC$ , для чего опускаем вертикальную линию вниз на ось абсцисс.

В этом случае издержки на единицу продукции будут соответствовать длине отрезка  $MQ$ , если продолжить его вверх до точки  $P_0$  — места пересечения с кривой средних издержек  $AC$ . Тогда отрезок  $MP_0$  означает величину цены продажи, с трудом покрывающую издержки и не дающую прибыль. Если же при активном спросе на рынке оказывается возможным определить цену выше  $P_0$ , например в точке  $P$ , являющейся точкой пересечения кривой спроса и этой прямой  $MQ$ , то станет возможным увеличить прибыль на данную величину. Следовательно, точка  $P$  есть для фирмы цена, дающая самую большую прибыль.

В условиях несовершенной конкуренции следует четко выработать концепцию: приемлема эта цена или нет, так как в таких условиях рыночные цены являются определяющими. Поэтому если цена на соответствующие товары и услуги будет выше уровня  $MP_0$ , то данная фирма будет иметь ценовую конкурентоспособность. В результате этого фирма может применять превентивную конкуренцию через снижение цен: рыночная цена будет безгранично приближаться к уровню  $MP_0$  и фирмы, которые с точки зрения издержек производства считают для себя невозможным работать по такой рыночной цене, вынуждены будут уйти с рынка. Однако в то же время оказывается возможным активное внедрение на новые рынки фирм с высокой инновационной силой, которые счи-

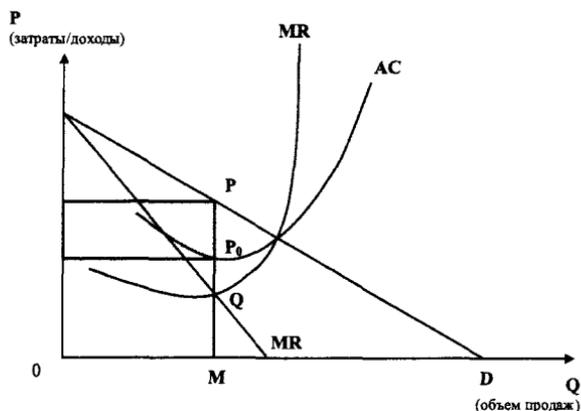


Рис. 5.15. Определение цены продажи на основе анализа предельных затрат

тают для себя возможным работать и по такой относительно низкой цене, в связи с чем происходит смещение рыночных цен в сторону их более низкого уровня.

Метод определения цены продажи на основе **анализа пика прибыли или убытков** позволяет найти объем производства и объем продаж, соответствующие такому положению, когда общая сумма прибылей и общая сумма затрат равны между собой. При этом данный способ применяется в случае, когда целью компании является определение цены, дающей возможность получить максимум прибыли.

Исходя из графика, приведенного на рис. 5.16, наибольшее расстояние между  $TC$  (прямая общих издержек) и  $DD'$  (кривая спроса) можно принять за наиболее приемлемую цену.

Данный способ позволяет определить ряд возможных цен в результате сравнения кривых общей выручки (построенных на основе этих нескольких вариантов цен) с линией суммарных издержек. Находится цена, позволяющая получить максимальную прибыль. Фактически строятся графики от  $TR_1$  до  $TR_5$  (линии общей выручки), и, сравнивая их с линией общих издержек  $TC$ , выбирается цена, позволяющая получить максимальную прибыль.

Понятно, что если цену устанавливать относительно высоко, то можно быстро достигнуть пиковой точки прибыли, однако общий объем продаж товара в физическом выражении не будет расти. В случае прямой  $TR_5$  физический объем продаж будет увеличиваться, так как цены низкие, однако эта прямая будет не в состоянии пересечь прямую совокупных издержек из-за низкого уровня доходности и поэтому не позволит достигнуть пиковой точки убытков и прибылей. Следовательно, при определении цен на слишком высоком или слишком низком уровне бывает трудно повысить результаты предпринимательской деятельности в такой степени, как этого хотелось.

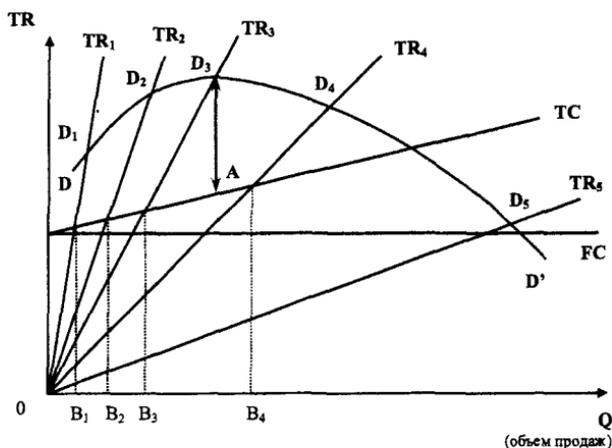


Рис. 5.16. Определение цены на основе анализа пика прибыли и убытков

С помощью методов расчета цены с ориентацией на конкуренцию устанавливаются цены на товары и услуги через анализ и сравнение силы дифференциации товаров с конкурентами на конкретном рынке. Методы установления цены с ориентацией на конкурентов можно подразделить на:

- 1) метод следования за рыночными ценами;
- 2) метод следования за ценами фирмы — лидера на рынке;
- 3) метод определения цены на основе привычных, принятых в практике данного рынка цен;
- 4) метод определения престижных цен;
- 5) состязательный метод.

Метод следования за рыночными ценами предусматривает, что каждый продавец, продающий данный товар на рынке или предлагающий соответствующую услугу, устанавливает цены, уважая обычаи ценообразования и уровень цен, сложившиеся на рынке, исходя из реально существующего уровня рыночных цен и при этом существенно не нарушая его. Если данная фирма усиливает дифференциацию своих товаров и услуг по отношению к товарам и услугам фирм-конкурентов, то она вправе установить цены на несколько более высоком уровне по сравнению с обычными.

Метод следования за ценами фирмы — лидера на рынке означает, что фирма негласно определяет свои цены исходя из уровня цен фирмы-лидера, обладающей самой большей рыночной долей, т. е. занимающей в данной отрасли лидирующее положение по масштабам производства и продаж, уровню технологии, престижности, сбытовой силе и т. д. Таким образом, фирма, занимающая лидирующее положение, находится в преимущественном положении для проявления своего лидерства в области издержек производства и диктата уровня цен. Она располагает широкими возможностями устанавливать на рынке цены на более выгодном для себя уровне, чем другие, и может довольно свободно определять цены с учетом конкурентной ситуации.

В действительности устанавливается не какая-либо одна цена, а определяется несколько уровней цен в зависимости от положения данной фирмы на рынке, ее способности и степени дифференциации товара или услуг по отношению к товарам и услугам фирмы-лидера. В большинстве случаев наблюдается такая ситуация, когда цены каждой фирмы оказываются ограниченными определенными рамками и при этом бывают не выше соответствующих цен фирмы-лидера.

Прежде чем перейти к методу ценообразования на основе привычных, принятых в практике данного рынка цен, необходимо дать определение термину «привычные цены». Привычные цены — это цены, которые сохраняются на установленном и ставшем обычным уровне в отношении определенных товаров в течение длительного срока на довольно широком рыночном пространстве. Особенностью таких цен является следующее: независимо от того, мала или велика рыночная доля, занимаемая данной фирмой на рынке, даже при незначительном повышении цены происходит резкое сокращение продаж соответствующих товаров и услуг, и, наоборот, при незначительном ее снижении можно ожидать резкого увеличения сбыта. Данная сфера ценообразования является

весьма трудной для реализации политики изменения цен в сторону повышения, так как в течение длительного времени сохраняется ставший для покупателей и продавцов привычным определенный уровень цен.

Конечно, и такое положение не исключает ситуации, создающей возможность повышения цен. Это обычно наблюдается в тех случаях, когда по той или иной причине среди покупателей или продавцов широкое распространение получает мнение, что можно отменить или изменить привычные цены. В качестве конкретного примера такого ценообразования можно назвать такие товары, как жвачка, шоколад, сок.

Как правило, чтобы разрушить привычные цены и произвести их повышение, предпринимается коренное улучшение качества товара, его функциональных свойств, упаковки, стиля, дизайна, значения, т. е. ему придают большую привлекательность и таким образом адаптируют его к целевому рынку прогнозируемых покупателей, обеспечивая тем самым новое место товара на рынке. Без этого успешно осуществить изменение привычной цены не удастся.

**Состязательный метод определения цен (гендерный метод)** применяется главным образом на различных торгах (оптовые рынки, биржи ценных бумаг и т. д.).

Методика ценообразования на торгах предполагает ситуацию, когда большое количество покупателей стремятся купить товар у одного ограниченного, малого числа продавцов или, наоборот, когда большое число продавцов стремятся продать товар одному или ограниченному, малому числу покупателей, а цена на товар определяется за один раз и в присутствии обеих сторон. В этом случае цену, которую считают для себя приемлемой покупатель или продавец, записывают на листе бумаги, запечатывают в конверт, затем все конверты собирают и в присутствии участвующих в торгах вскрывают. Если торги организовывали продавцы и состязание ведется между покупателями, то выигрывает тот покупатель, который написал самую высокую цену; если торги проводят покупатели и состязание ведется между продавцами, то выигрывает тот продавец, который назначил наименьшую цену.

Аукцион как метод определения цены также активно используется на товарных рынках, рынках ценных бумаг и т. д., в свою очередь подразделяясь на две разновидности:

1) повышающий метод ведения аукциона, когда вначале называется самая низкая цена, а затем идет ее повышение и в итоге товар достается тому, кто назвал самую высокую цену;

2) понижающий, или голландский, метод ведения аукциона, когда вначале называется самая высокая цена и если покупатель по такой цене не находится, то идет снижение цены. В этом случае право на заключение сделки купли-продажи на данный товар получает тот покупатель, который первым принимает цену продавца и тем самым соглашается на самую высокую цену по сравнению с остальными участниками аукциона. Такой метод дает возможность проводить аукцион более быстро. Однако, учитывая ситуацию и атмосферу состязательной торговли, бывает трудно рассчитывать на то, что удастся сторговать себе наиболее приемлемую цену.

В условиях сильной конкуренции реакция предприятия на изменение цен конкурентов должна быть оперативной. Для этих целей у предприятия должна быть заранее подготовлена программа, способствующая принятию контрастратегии по отношению к ценовой ситуации, созданной конкурентом.

Предприятия часто испытывают необходимость в проектировании и освоении производства такой продукции, которая не заменяет ранее освоенную, а дополняет или расширяет уже существующий параметрический ряд изделий. Под параметрическим рядом понимается совокупность конструктивно и технологически однородных изделий, предназначенных для выполнения одних и тех же функций и отличающихся друг от друга значениями технико-экономических параметров в соответствии с выполняемыми производственными операциями. Анализ производственных затрат позволяет установить, что нормы расхода материальных ресурсов, как правило, изменяются при корректировке технико-экономических параметров. В связи с этим создается возможность распространить эту зависимость и на ценностные соотношения.

Существует ряд методов установления цен на новую продукцию в зависимости от уровня ее потребительских свойств с учетом нормативов затрат на единицу параметра. Такие методы носят название **нормативно-параметрических**.

К данной группе методов ценообразования отнесем:

- 1) удельных показателей;
- 2) регрессионного анализа;
- 3) агрегатный;
- 4) балльный.

**Метод удельных показателей** используется для определения и анализа цен небольших групп продукции, характеризующихся наличием одного основного параметра, величина которого в значительной степени определяет общий уровень цены изделия. При данном методе первоначально рассчитывается удельная цена  $P'$ :

$$P' = Pb : Nb, \quad (5.10)$$

где  $Pb$  — цена базисного изделия;

$Nb$  — величина параметра базисного изделия.

Затем рассчитывается цена нового изделия  $P$  по формуле

$$P = P' \times N, \quad (5.11)$$

где  $N$  — значение основного параметра нового изделия в соответствующих единицах измерения.

Этот метод можно применять для обоснования уровня и соотношения цен небольших параметрических групп продукции, имеющих несложную конструкцию и характеризующихся одним параметром. Он крайне несовершенен, поскольку игнорирует все другие потребительские свойства изделия, не учиты-

вает альтернативные способы использования продукции, а также полностью игнорирует спрос и предложение.

**Метод регрессионного анализа** применяется для определения зависимости изменения цены от изменения технико-экономических параметров продукции, относящейся к данному ряду, построения и выравнивания ценностных соотношений и определяется по формуле:

$$P = f(X_1, X_2, \dots, X_n), \quad (5.12)$$

где  $X_{1,2,\dots,n}$  — параметры изделия.

Этот метод позволяет моделировать изменение цен в зависимости от их параметров, строго определять аналитическую форму связи и использовать рассчитанные уравнения регрессии для определения цен изделий, входящих в параметрический ряд. Метод регрессионного анализа является более точным, более совершенным среди других параметрических методов. Увязка цен с качеством достигается с помощью экономико-параметрических приемов и вычислительной техники.

Построение регрессионной модели зависимости изменения цены от технических параметров включает следующие этапы:

- 1) отбор параметров, в наибольшей степени влияющих на цены изделий параметрического ряда;
- 2) выбор формы изменения цен в зависимости от параметров;
- 3) построение системы уравнений в соответствии с принятой функцией и расчет формул регрессионной зависимости цен от параметров для параметрического ряда.

При этом могут быть использованы различные уравнения регрессии. Предположим, что регрессионное уравнение зависимости бензинового насоса «А» от технико-экономических параметров имеет следующий вид:

$$P = 390,0 + 210,5 X_1, \quad (5.13)$$

где  $X_1$  — подача воды, м<sup>3</sup>/ч.

Какова будет цена насоса, для которого  $X_1 = 320$  м<sup>3</sup>/ч.

$$P = 390,0 + 210,5 \times 320 = 67\,750 \text{ руб.}$$

Если цены на включенные в параметрический ряд изделия были получены таким же методом, то мы занимаемся самообманом, поскольку грубо нарушается одно из условий применения регрессионного анализа, а именно: условие незыблемости наблюдений. Тем не менее данный метод может успешно применяться в рыночной экономике.

**Балльный метод** состоит в том, что на основе экспертных оценок значимости параметров изделий для потребителей каждому параметру присваивается определенное количество баллов, суммирование которых дает своего рода оценку технико-экономического уровня изделия. Он незаменим в тех

случаях, когда цена зависит от многих параметров качества, в том числе от таких, которые не поддаются количественному соизмерению. К последним относятся: удобство изделия, эстетичность, дизайн, экологичность, противопожарность, органолептические свойства (запах, вкус, цвет), модность. Практическое использование балльного метода при определении конкретных цен включает четыре этапа.

На первом этапе отбираются основные технико-экономические параметры. Они могут быть разными в зависимости от сферы использования данного изделия. Если, например, музыкальный центр используется в производственном процессе (дискотека), то цена на него будет определяться в первую очередь мощностью и надежностью. При продаже этого изделия населению особое значение приобретает дизайнерское исполнение.

Второй этап — начисление баллов по каждому выбранному параметру. Это делается экспертным путем по определенной процедуре. В качестве экспертов должны выступать не только представители производителя, но и эксперты основных потребителей.

Третий этап — определение интегральной оценки технико-экономического уровня изделия. В случаях, когда все параметры продукции, подвергающиеся балльной оценке, считаются равнозначными по удельному весу, комплексный уровень качества каждого изделия параметрического ряда определяется путем простого сложения баллов. Если отобранные для оценки параметры не равнозначны для потребителя, устанавливаются коэффициенты весомости (значимости) отдельных параметров. Оценки, выставляемые по каждому показателю качества, корректируются на соответствующий коэффициент весомости. Полученные баллы суммируются по каждому изделию.

На заключительном, четвертом этапе, рассчитываются сами цены. Сначала определяется средняя оценка (цена) одного балла:

$$P' = \frac{P_b}{\sum (M_{bi} \times V_i)}, \quad (5.14)$$

где  $P'$  — цена одного балла;

$P_b$  — цена базового изделия-эталона;

$M_{bi}$  — балльная оценка  $i$ -го параметра базового изделия;

$V_i$  — весомость параметра.

Далее определяется цена нового изделия:

$$P = \sum (M_{ni} \times V_i) \times P', \quad (5.15)$$

где  $M_{ni}$  — балльная оценка  $i$ -го параметра нового изделия.

Например (табл. 5.11), фирме необходимо рассчитать отпускную цену балльным методом на новый автомобиль повышенной проходимости.

Таблица 5.11

Условный пример расчета цены балльным методом

Автомобили	Параметры					
	комфортабельность		надежность		проходимость	
	баллы	коэффициент весомости	баллы	коэффициент весомости	баллы	коэффициент весомости
Новый	60	0,25	80	0,35	80	0,4
Базовый	50	0,25	70	0,35	75	0,4

Цена базовой модели — 450 000 руб.

Тогда цена нового автомобиля составит:

$$P = 450\,000 : (50 \times 0,25 + 70 \times 0,35 + 75 \times 0,4) \times \\ \times (60 \times 0,25 + 80 \times 0,35 + 80 \times 0,4) = 517\,638 \text{ руб.}$$

Применение данного метода связано с большим количеством субъективизма.

**Агрегатный метод** заключается в суммировании цен отдельных конструктивных частей изделий, входящих в параметрический ряд, с добавлением стоимости оригинальных узлов, затрат на сборку и нормативной прибыли.

Предположим, что выпускаемое изделие стоило 18 000 руб. Затем к нему добавили еще один узел, стоимость изготовления которого и монтажа на выпускаемом изделии — 2000 руб. Тогда при рентабельности 15% к себестоимости цена нового изделия должна быть равна:  $18\,000 + 2000 \times 1,15 = 23\,000$  руб.

#### 5.4.6. Особенности ценообразования в сфере логистики на примере транспортных услуг

Современный рынок логистических услуг можно разделить на три основных сектора:

- перевозки и экспедирование грузов различными видами транспорта;
- складские услуги;
- услуги по интеграции и управлению цепями поставок.

Российский рынок логистических услуг еще молод, но он активно развивается. Если транспортно-экспедиторские и складские услуги представлены большим количеством средних компаний, оказывающих традиционные услуги по перевозке и складской обработке грузопотоков, то сектор услуг по интеграции и управлению цепями поставок (поле деятельности 3PL-провайдеров) представлено на рынке в основном ведущими международными компаниями.

При выборе транспортно-экспедиционной компании, которая занимается сборными грузами, клиент в первую очередь ориентируется на скорость доставки, а также на соотношение «цена — качество». Это, пожалуй, один из самых важных критериев, по которому клиент делает свой выбор. Даже если компания предлагает клиенту гораздо более низкие тарифы, но не соблюдает заявленный график перевозок, то, как следствие, клиент уходит в компанию, которая по тарифам пусть и дороже, но обеспечивает регулярную частоту отправок. По-

этому, чтобы изначально избежать таких ошибок, необходимо показать клиенту прогнозируемую частоту отправок и скорость доставки.

Не стоит забывать и об интересах постоянных клиентов. Для этого вводятся скидки или дисконтные карты. Суть введения дисконтной карты сводится к тому, чтобы постоянным клиентам предоставлялась постоянная или накопительная скидка на тарифы по всем направлениям деятельности компании, которая выражалась бы в процентном отношении от тарифа или определенном цифровом выражении.

Допустим, цена доставки груза за 1 кг по направлению Москва — Сочи составляет 5,50 руб., постоянному клиенту предоставляется дисконтная карточка со скидкой 10%. В этом случае цена 1 кг составит 4,95 руб. В зависимости от частоты отправок и физических свойств груза клиент может значительно сэкономить.

Дисконтные процентные скидки, например, могут быть такими:

- 5% — для клиентов, перевозящих не менее 5 т в месяц;
- 10% — для клиентов, перевозящих не менее 10 т в месяц;
- VIP — 15% — для клиентов, перевозящих не менее 10 т в месяц и работающих с компанией не менее 6 календарных месяцев;
- VIP Gold — 20% — для клиентов, перевозящих не менее 15 т в месяц и работающих с компанией не менее 12 календарных месяцев.

Все дисконтные карты регистрируются в базе данных компании.

В любом бизнесе существуют свои достоинства и недостатки, есть фактор сезонности (так называемые пики активности и затухания). Для бытовых приборов, например:

- период наибольшей активности — сентябрь — декабрь;
- период средней активности — февраль — май;
- период спада активности — июнь — август;
- «мертвый» период — январь.

Даже при выходе на проектную мощность (объем перевозок) в своей деятельности необходимо учитывать пики сезонности, предусмотреть дополнительные расходы по созданию страховых запасов, определить их объем и структуру. Это необходимо для того, чтобы в период наименьшей активности обеспечить стабильность деятельности.

Услуга по доставке сборных грузов интересна большому кругу как частных предпринимателей, так и юридических лиц, которые стараются оптимизировать свои расходы по транспортировке груза своему покупателю. Стоит учитывать также и то, что перевозка грузов — не самоцель, а всего лишь способ продвижения товаров от производителя/дилера к потребителю. Эта услуга повышает себестоимость товара, а если заказчик платит за перевозку, он должен получить высокопрофессиональный сервис.

## 5.5. Управление финансовыми потоками в логистике и УЦП

Управление логистическими системами базируется на методе вовлечения отдельных взаимосвязанных элементов в интегрированный процесс бизнеса

с целью предотвращения потерь материальных, финансовых, трудовых ресурсов. Большинство российских фирм на сегодняшний день организованы по традиционному функциональному признаку и не приспособлены к извлечению дополнительного эффекта от логистики.

Отечественная практика использования логистики в области нересурсоемких услуг подтверждает правомерность логистической концепции управления потоковыми процессами. В этой области современный этап развития общества характеризуется возрастающей ролью финансовой сферы, представляющей собой совокупность финансовой инфраструктуры и субъектов, осуществляющих управление движением потока финансовых средств, а также системы регулирования возникающих при этом финансовых отношений, системы платежей и взаиморасчетов в логистической сфере.

### ***5.5.1. Понятие, сущность, параметры и требования финансовых потоков***

Обобщая различные точки зрения исследователей «школ логистики» к определению финансового потока в логистической системе, можно выделить два основных подхода:

- во-первых, под финансовым потоком понимается любое перемещение финансовых средств в макро- и микроэкономической среде;
- во вторых, под финансовым потоком понимается движение финансовых средств только в логистических системах или между ними.

Следует отметить, что финансовые потоки в том или ином виде существовали всегда, при любых способах организации деятельности хозяйствующих субъектов. Однако, как показала практика, наибольшая эффективность их движения достигается при применении логистических принципов управления финансовыми ресурсами, что и обусловило появление новой экономической категории — логистический финансовый поток. Следовательно, финансовые потоки в логистической системе формируются и используются для обеспечения эффективного прохождения материальных и обслуживающих их потоков всего пути следования — от момента возникновения до момента прекращения существования в виде потока. При этом их специфика заключается главным образом именно в потребности обслуживания процесса перемещения в пространстве и во времени соответствующего потока материальных ценностей.

Принципиальное отличие традиционных финансовых потоков от логистически организованных заключается в том, что в рамках системы минимизируются потери несопряженности как между потоками, так и между элементами каждого потока. Это достигается путем проведения комплекса организационно-технических и социально-экономических мероприятий, которые и обеспечивают трансформацию традиционных потоков в логистически организованные потоки финансов.

Логистизация потоков происходит по определенным правилам, степень соблюдения которых оценивается специально разработанными критериями. Следует отметить, что для процесса трансформации традиционных финансо-

вых потоков в логистические нет универсальных критериев. В каждом случае их состав и содержательные характеристики индивидуальны, так как специфическими являются существующие финансовые потоки и проектируемые логистические системы. Можно лишь назвать некоторые общие подходы к их определению:

- критерии должны позволить корректно соизмерить ожидаемые результаты с затратами на внедрение новой технологии финансового обслуживания потоковых процессов;

- критерии не должны в результате логистизации финансовых потоков ориентироваться на снижение эффективности функционирования логистической системы в целом;

- критерии должны описывать не только легальные, но, по возможности, и нелегальные финансовые потоки логистической системы.

- В соответствии с перечисленными критериями на каждой ступени интеграции вносятся коррективы в состояние и формы организации традиционных потоков, т. е. обеспечивается обратная связь логистической системы с традиционными потоками через критерии логистизации. В данном случае под потенциалом логистической системы понимается совокупность трудовых, финансовых и материальных ресурсов. Недостаток или избыток потенциала логистической системы могут внести свои коррективы в процесс логистизации, что должно быть представлено в виде системы обратной связи.

Таким образом, уточним, что **логистический финансовый поток** — это направленное движение финансовых средств по обслуживанию потоковых процессов в логистической системе (от момента возникновения до момента прекращения существования в виде потока), а также по обеспечению функционирования самой логистической системы.

Совершенствование управления любым предметом требует первоначального определения объектов и субъектов управления, т. е. тех областей, на которые должно быть направлено управленческое воздействие, и тех, кем это воздействие должно осуществляться.

Объектами управления финансовой логистики являются финансовые потоки, связанные с обслуживанием всего кругооборота товародвижения (формированием запасов, складированием, распределением готовой продукции, сервисным обслуживанием и т. п.), как внутри, так и вне предприятия.

Финансовые потоки не являются элементарным и неделимым объектом, они представляют собой достаточно сложную систему с множеством взаимосвязей как внутри организации, так и за ее пределами.

Субъектом управления финансовой логистики являются конкретные структурные подразделения или лица, принимающие решения и управляющие движением финансовых потоков в логистической системе.

Логистическая концепция финансовых потоков предполагает вычисление и сопряжение таких ее элементов, как логистическая операция и логистическая цепь.

**Операцией финансовой логистики** является совокупность действий, направленных на формирование и организацию финансовых потоков и отдельных их элементов. Тогда **логистической цепью** можно назвать совокупность операций, обеспечивающих эффективное взаимодействие финансовых потоков или их элементов.

В делении логистических операций финансовых потоков на потокообразующие и потококонтролирующие (рис. 5.17) проявляется взаимосвязь логистических операций и логистических функций. Основными функциями финансовой логистики являются: формирование (планирование и организация движения) финансовых потоков, их координация, контроллинг и мотивация участников логистической системы в достижении поставленных целей.

Среди **потокообразующих логистических операций** следует выделить следующие:

- операции, направленные на привлечение финансовых ресурсов. Обеспечение предприятия необходимыми объемами финансовых средств в нужное время и с минимальным уровнем обслуживающих издержек — одна из главных задач финансовой политики предприятия;
- организация потока платежей. Логистизация потока платежей — это оптимальная их организация, которая исключает предпосылки для возникновения кризиса платежей в рамках закупочной, производственной, распределительной, сбытовой и сервисной деятельности предприятия;
- организация логистических бюджетных потоков. Постановка системы логистического бюджетирования способствует рациональному использованию средств предприятий благодаря своевременному планированию совершаемых хозяйственных операций, финансовых, материальных, информационных и сервисных потоков и систематическому контролю над ними. Кроме того, логистическое бюджетирование может создать самонастраивающуюся систему бизнеса, способную оптимизировать хозяйственные процессы, своевременно выявлять возникающие отклонения и разрабатывать меры по их ликвидации.

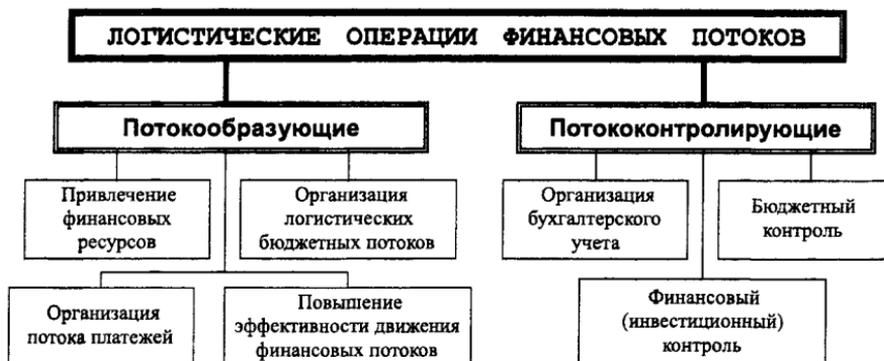


Рис. 5.17. Состав логистических операций финансовых потоков

- повышение эффективности движения финансовых потоков. Любая логистическая операция должна быть направлена на целенаправленное, рациональное и эффективное движение финансовых ресурсов в логистической системе.

В состав потококонтролирующих операций входят:

- организация бухгалтерского учета, целью которого должно быть обеспечение регулярного контроля за состоянием текущих платежей на предприятии;
- бюджетный контроль, основным назначением которого является контроль за исполнением бюджета предприятия как основного инструмента его гибкого управления, обеспечивающего точной, полной и своевременной информацией высшее руководство. С его помощью не только анализируется и контролируется работа предприятия, но также разрабатывается стратегия эффективного развития промышленного предприятия в условиях конкуренции и нестабильности;
- финансовый (инвестиционный) контроль, который предполагает исполнение самого широкого перечня контрольных функций (как в комплексном плане, так и на уровне подразделений) за движением финансовых средств в логистической системе.

Основные требования к параметрам финансовых потоков приведены в табл. 5.12.

Таблица 5.12

**Требования к параметрам и процессам управления финансовыми потоками  
в логистической системе**

<b>Требования к параметрам финансовых потоков</b>	
<b>1. Достаточность</b>	Наличие необходимого объема финансовых ресурсов для удовлетворения потребностей или покрытия существующего дефицита
<b>2. Контроль</b>	Проводится в целях достижения поставленных целевых показателей логистической системы и устранения проблем, связанных с движением финансовых потоков на основе построенных моделей и схем
<b>3. Оптимизация затрат</b>	Достигается за счет рационального выбора источников, распределения и контроля за движением всех видов ресурсов
<b>4. Согласованность</b>	Финансовых потоков с движением других видов потоков на уровне как микро-, так и макрологистических систем
<b>5. Адаптивность</b>	Параметров и структуры финансовых потоков к особенностям логистической системы, требованиям контрагентов и внешней среды
<b>6. Своевременность</b>	Соответствие времени прихода финансовых ресурсов моменту возникновению потребностей в них, сокращение временных лагов
<b>7. Надежность</b>	Источников привлеченных ресурсов, минимизация рисков и повышение экономичности
<b>8. Гибкость</b>	Оперативность изменения схем и цепочек движения финансовых потоков при воздействии факторов внешней и внутренней среды
<b>9. Автоматизация</b>	Наличие комплексной интегрированной системы информационного обслуживания управлением финансовыми потоками

Для каждой схемы движения продукции может быть предусмотрено несколько вариантов организации финансовых потоков, различных по стоимости, времени и риску. Выбор поставщиков и источников ресурсов, способов оплаты услуг перевозчикам, порядка расположения товара на складе также рациональнее всего осуществлять по финансовым параметрам, так как они обеспечивают сопоставимость разнородных оценок. Можно оценить целесообразность переоборудования грузового терминала, сравнив ожидаемое увеличение потока груза и выручки в единицу времени с размером необходимых инвестиций. Сопоставляя потери и доходы, стоимость хеджирования рисков и возможность их ликвидации, можно построить такие схемы движения финансовых и материальных потоков, в которых общие логистические затраты будут оптимальными.

Для выполнения производственных планов, доставки товаров к пунктам назначения в нужное время, получения достаточного дохода должны выполняться планы финансирования. Рост стоимости материальных ресурсов вынуждает привлекать дополнительные источники финансирования или менять технологии производства. Падение котировок векселей, принятых в залог оплаты поставок, может привести к потере выручки и разрыву отношений между поставщиками и потребителями. Контроль и корректировка отклонений в параметрах финансовых потоков необходимы как для отдельных участников логистической деятельности, так и для системы в целом.

Перечисленные выше параметры финансовых потоков также служат индикаторами благополучия и стабильности предприятий, свидетельствуют об эффективности логистической деятельности, они необходимы при планировании и организации взаимоотношений с контрагентами. Так, при составлении бюджета на текущий год прогнозируют размер будущих поступлений и необходимых вложений, рассчитывают показатели прибыльности и рентабельности, которые используют при составлении финансовой отчетности, обосновании привлечения инвестиций и кредитов, заключении договоров и соглашений.

Таким образом, финансовые потоки выполняют ряд важных функций по обеспечению, учету и координации движения ресурсов в логистических процессах. Финансовые параметры во многом определяют экономическую жизнеспособность предприятий, устойчивость на рынке, прочность связей с поставщиками и потребителями.

### ***5.5.2. Функции управления финансовыми потоками в логистических системах***

Логистизация всех стадий жизненного цикла продукции предприятия объективно подталкивает к формированию системы управления потоковыми процессами предприятия, т. е. к логистическому менеджменту. Логистический менеджмент можно определить как интеграционный процесс на предприятии, с помощью которого профессионально подготовленные менеджеры-логисты формируют логистические системы и управляют ими путем постановки логистических целей и разработки способов их достижения. Поскольку логистика

предприятия призвана в первую очередь обеспечить сопряжение интересов людей — участников потоковых процессов, постольку логистический менеджмент — это еще и умение реализовывать логистические цели и задачи, направляя труд, интеллект, мотивы поведения людей и организаций.

Логистизация управления финансовыми потоками на предприятии носит характер непрерывного процесса через реализацию *функций логистического менеджмента*: планирование, организацию, мотивацию, контроллинг и координацию, которые тесно взаимосвязаны друг с другом (рис. 5.18).

**Планирование** предполагает определение целей управления финансовыми потоками логистической системы, формулировку стратегических и тактических задач, разработку прогнозов, перспективных и оперативных планов, установление конкретных заданий структурным подразделениям и исполнителям.

Планирование финансовых потоков в логистике осуществляется на двух основных уровнях: на макрологистическом и микрологистическом.

На уровне макрологистики — это *управление цепями поставок на основе интегрированного планирования*, которое связано с функциональной интеграцией закупок, производства, транспортировки и складской деятельности посредством пространственной интеграции этих видов деятельности среди географически разбросанных поставщиков, объектов и рынков. Кроме того, интегрированное планирование цепей поставок рассматривает межвременную интеграцию этих видов деятельности в рамках стратегического, тактического и оперативного планирования.

В рамках микрологистической системы эффективным инструментом планирования является *логистическое бюджетирование*, которое представляет собой процесс разработки системы планов и плановых (нормативных) показателей по обеспечению развития предприятия необходимыми материально-финансовыми

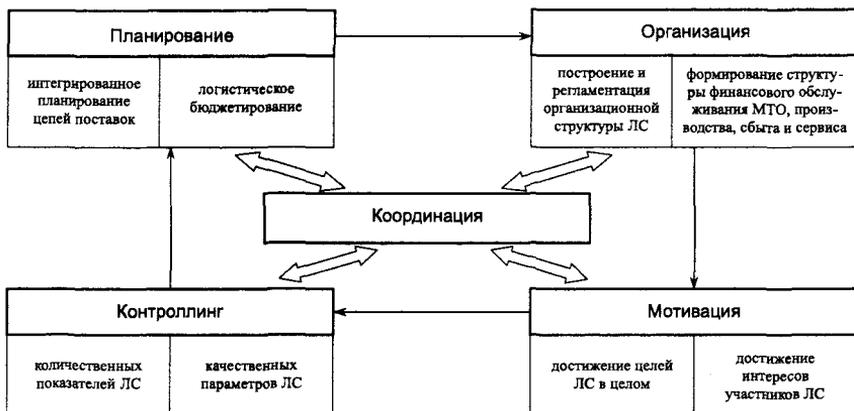


Рис. 5.18. Принципиальная модель управления финансовыми потоками в логистических системах

ресурсами, координации и контроля за ходом реализации этих планов и повышения эффективности его производственно-сбытовой деятельности в будущих периодах.

Основная цель логистического бюджетирования — обеспечение оптимальных возможностей для успешного управления логистической системой и ее развития, получение необходимых для этого средств и в конечном итоге — достижение прибыльности предприятия.

Система логистического бюджетирования помогает установить лимиты затрат ресурсов и нормативы рентабельности или эффективности по всей логистической цепочке и отдельным структурным подразделениям предприятия. Превышение установленных лимитов затрат — сигнал бедствия, повод разобраться в положении дел на конкретном участке и определить пути решения имеющихся проблем. Все показатели качества и производительности, мониторинг процессов их повышения так или иначе связаны с системой бюджетов.

Таким образом, значение логистического бюджетирования для предприятия состоит в том, что оно:

- воплощает выработанные тактические и стратегические цели в области логистики в форму конкретных экономических показателей;
- обеспечивает координацию и контроль функций закупок, производства и распределения;
- способствует снижению уровня общих затрат ресурсов предприятия и сокращению нерационального расходования материальных ресурсов и денежных средств;
- служит инструментом получения внешнего финансирования.

**Организация** как функция логистического менеджмента включает построение организационных структур предприятия с целью оптимизации управления движением финансовых потоков. Организационная структура предприятия включает в качестве взаимосвязанных подсистем структуры финансового обслуживания процессов снабжения, производства, сбыта и сервисного обслуживания готовой продукции. Организация управления движением финансовых потоков может строиться как на базе самостоятельных функционально-производственных подразделений логистической системы, так и путем логистизации традиционных функций управления предприятием. Выбор форм организации управления финансового обслуживания потоковых процессов обуславливается множеством факторов, среди которых определяющая роль принадлежит эффективности функционирования логистической системы.

В целях совершенствования уровня мотивации условно можно выделить мотивы логистической системы в целом и участников логистической системы (условность такого деления объясняется тем, что и интересы самой логистической системы представляют собой не что иное, как интегрированный интерес ее участников). Логистическая мотивация в целом строится на оптимальном распределении эффекта логистизации предприятия между всеми участниками звеньев логистической цепи. Логистическая мотивация членов коллектива логистической системы — это не что иное, как определение заработной платы,

различных надбавок к ней и льгот каждого работника логистической системы. Вид и размер вознаграждений, предлагаемых предприятием, во многом определяют качество нанимаемой рабочей силы, с одной стороны, и качество трудовой жизни работников — с другой. Исследования показывают, что вознаграждения влияют на решения людей о поступлении на работу, на количество и качество труда, на отношение к работе и предприятию в целом.

**Контроллинг** — это упорядоченный и непрерывный процесс обработки логистических данных, обеспечивающий снабжение информацией управленческий персонал в целях обеспечения оптимального достижения целей логистической системы предприятия и осуществления согласования и оптимизации материальных и сопутствующих им потоков с другими процессами, протекающими на предприятии и вне его.

Первый этап контроллинга заключается в выборе параметров оценки деятельности и выборе типа единиц измерения результатов деятельности.

Второй этап, который осуществляется параллельно с первым, — это получение информации по каналам обратной связи о промежуточном результате. Здесь нельзя ошибаться во времени получения информации и ее объеме.

Затем идет этап сравнения установленных параметров и норм с информацией о промежуточном результате. Искусство менеджера заключается в умелом определении уровня рассогласования между заданными и фактическими значениями параметров: ведь от этого зависит выработка регулирующего воздействия на процесс управления. При этом могут усиливаться или ослабляться воздействия механизма мотивации работников, включаться или отключаться дополнительные корректирующие звенья (соответственно и ресурсы) или применяться сила власти.

**Логистическая координация** направлена на организацию и поддержание эффективного взаимодействия между всеми элементами логистической системы в целях осуществления рационального распределения ресурсов предприятия и оптимизации его финансовых потоков.

### *5.5.3. Классификация финансовых потоков в логистических системах*

Финансовые потоки в логистической системе неоднородны по своему составу, направлениям движения, назначению и ряду других признаков. Потребность в определении наиболее эффективных способов управления финансовыми потоками обуславливает необходимость проведения их классификации. Для классификации финансовых потоков в логистике используются следующие основные признаки: назначение, отношение к логистической системе, направление движения, вид хозяйственных связей, способ переноса авансированной стоимости, форма расчета, уровень достаточности объема, возможность регулирования в процессе управления логистической системой, непрерывность формирования в рассматриваемом периоде (рис. 5.19)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Серова С. Ю. Управление финансовыми потоками промышленного предприятия на основе логистического бюджетирования. Дисс. ... канд. экон. наук. М.: ГУУ, 2004. С. 23.

По отношению к логистической системе различают внешние и внутренние финансовые потоки. Внешний финансовый поток протекает во внешней среде, т. е. за границами рассматриваемой логистической системы. Внутренний финансовый поток существует внутри логистической системы и видоизменяется за счет выполнения с соответствующим материальным потоком целого ряда логистических функций и операций.

В свою очередь, внешние финансовые потоки по направлению движения подразделяются на входящие и выходящие финансовые потоки:

- входящий финансовый поток поступает в рассматриваемую логистическую систему из внешней среды;
- выходящий финансовый поток начинает свое движение из рассматриваемой логистической системы и продолжает существовать во внешней среде.

По назначению финансовые потоки можно разделить на следующие группы:



Рис. 5.19. Классификация основных видов финансовых потоков в логистической системе

- инвестиционные финансовые потоки, формируемые при осуществлении предприятием деятельности, связанной с вложениями во внеоборотные активы, а также их продаж (например, приобретение/реализация предприятием складского комплекса);
- финансовые потоки, обусловленные процессом закупки товаров и материально-технических ресурсов производства (закупочные);
- финансовые потоки по воспроизводству рабочей силы;
- скрытые финансовые потоки, связанные с формированием и обслуживанием материальных затрат в процессе производственной деятельности предприятий (производственные);
- финансовые потоки, возникающие в процессе продажи и послепродажного обслуживания товаров (сбытовые и сервисные).

По способу переноса авансированной стоимости на товары финансовые потоки подразделяются на потоки финансовых ресурсов, сопутствующие движению основных фондов предприятия (к ним относятся инвестиционные финансовые потоки и частично финансовые потоки, связанные с формированием материальных затрат), а также на потоки финансовых ресурсов, обусловленные движением оборотных средств предприятия (к ним относятся все остальные группы финансовых потоков, выделяемые нами при их классификации по назначению).

В зависимости от применяемых форм расчетов все финансовые потоки в логистике можно дифференцировать на две большие группы:

- денежные финансовые потоки, характеризующие движение наличных финансовых средств;
- информационно-финансовые потоки, обусловленные движением безналичных финансовых средств.

В свою очередь, денежные финансовые потоки делятся на потоки наличных финансовых ресурсов по рублевым расчетам и по расчетам валютой, а к информационно-финансовым потокам относятся потоки безналичных финансовых ресурсов по расчетам платежными поручениями, платежными требованиями, инкассовыми поручениями, документарными аккредитивами и расчетными чеками.

Наряду с денежными и информационно-финансовыми потоками существуют учетно-финансовые потоки. В отличие от первых двух видов, образующихся при организации финансовых расчетов между предприятием-продавцом и предприятием-покупателем, учетно-финансовые потоки возникают в ходе производства товаров или оказания услуг на стадии увеличения авансированной стоимости. Под увеличением авансированной стоимости понимается процесс формирования материальных затрат в производственной деятельности конкретного предприятия. Движение финансовых ресурсов в рамках названного процесса и характеризуют логистические учетно-финансовые потоки.

По видам хозяйственных связей различаются горизонтальные и вертикальные финансовые потоки. Первые отражают движение финансовых средств между равноправными субъектами предпринимательской деятельности, вторые — между дочерними и материнскими коммерческими организациями.

По уровню достаточности объема выделяют следующие виды финансовых потоков в логистической системе:

- избыточные финансовые потоки, которые характеризуют такие финансовые потоки, при которых поступления финансовых средств существенно превышают реальную потребность логистической системы в целенаправленном их расходовании. Свидетельством избыточных финансовых потоков является высокая положительная величина чистого денежного дохода, не используемого в процессе осуществления логистической деятельности предприятия;
- оптимальный финансовый поток характеризуется сбалансированностью поступления и использования финансовых средств, способствующей формированию их оптимального остатка, позволяющего логистической системе своевременно и в полном объеме удовлетворять свои финансовые потребности и при этом поддерживать максимально возможную рентабельность всех функциональных подсистем логистики и предприятия в целом;
- дефицитные финансовые потоки, которые представляют собой такие финансовые потоки, при которых поступления финансовых средств существенно ниже реальных потребностей логистической системы в целенаправленном их расходовании. Даже при положительном значении суммы чистого денежного дохода такие потоки могут характеризоваться как дефицитные, если эта сумма не обеспечивает плановую потребность в расходовании финансовых средств по всем предусмотренным направлениям логистической деятельности предприятия.

По возможности регулирования в процессе управления логистической системой выделяют:

- финансовые потоки, поддающиеся регулированию, характеризующие такой вид финансовых потоков, которые могут быть изменены во времени или по объему по желанию логистических менеджеров (при целесообразности такого изменения в процессе логистической деятельности). Примером такого вида денежного потока является продажа продукции в кредит, закупка сырья и материалов и т. п.;
- финансовые потоки, не поддающиеся регулированию, представляющие собой такой вид детерминированных финансовых потоков, которые не могут быть изменены во времени или по объему менеджерами предприятия без отрицательных последствий для конечных результатов его логистической деятельности. Примером таких видов финансовых потоков являются налоговые платежи, платежи по обслуживанию и возврату долга и т. п.

Такая классификация финансовых потоков необходима логистической системе в процессе их оптимизации во времени или по объемам.

По непрерывности формирования в рассматриваемом периоде различают следующие виды финансовых потоков:

- регулярные финансовые потоки, которые характеризуют потоки поступления или расходования финансовых средств по отдельным логистическим операциям (финансовым потокам одного вида), которые в рассматриваемом периоде времени осуществляются постоянно по отдельным интервалам этого периода;

- дискретные финансовые потоки, представляющие собой поступление или расходование финансовых средств, связанных с осуществлением единичных хозяйственных операций логистической системы в рассматриваемом периоде времени. Характер дискретного финансового потока носит одноразовое расходование финансовых средств, связанное с приобретением предприятием целостного производственного (сбытового, транспортного и пр.) комплекса, покупкой лицензий, поступлением финансовых средств в порядке безвозмездной помощи и т. п.

Следует отметить, что можно и дальше продолжить классификацию финансовых потоков, используя для этой цели такие признаки, как стадия кругооборота капитала, источники получения финансовых средств, сроки их прохождения и т. д. Однако, поскольку необходимость классификации финансовых потоков обуславливается потребностью определения наиболее эффективных способов управления ими, будем считать, что в каждом конкретном случае следует устанавливать свой, особый, состав классификационных признаков логистических финансовых потоков.

В управлении финансовыми потоками предприятие руководствуется тремя мотивами. Во-первых, это транзакционный мотив, т. е. потребность в наличности для выполнения обязательств по платежам, возникающая при обычном течении дел: для закупок, оплаты труда, выплаты налогов и т. д. Во-вторых, это предупредительный, или страховой, мотив — т. е. запас финансовых средств на случай возникновения непредвиденных обстоятельств. Размер такого запаса зависит от степени предсказуемости потоков наличности предприятия, а также от степени доступности кредита. В-третьих, это спекулятивный мотив, т. е. хранение наличности из тех соображений, что может представиться возможность выгодного инвестирования, но, с другой стороны, в те моменты, когда предприятие имеет излишек денежных средств, они должны не лежать мертвым грузом, а приносить доход. В данном случае речь идет об относительно безрисковых способах вложения временно избыточных денежных средств с возможностью их мгновенного возврата.

В самом простом случае каждому логистическому потоку (материальному, информационному, сервисному и пр.) соответствует свой единственный финансовый поток.

Например, предприятие-продавец на основании договора купли-продажи поставляет предприятию-покупателю приобретенную им продукцию, перемещение которой образует материальный поток. Предприятие-покупатель, применяя определенную в договоре форму расчетов, производит оплату поставки этой продукции, перечисляя денежные средства предприятию-продавцу, которые,

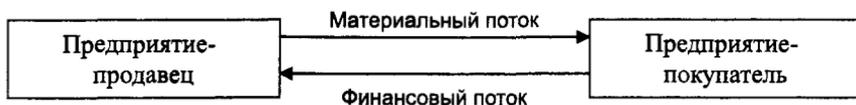
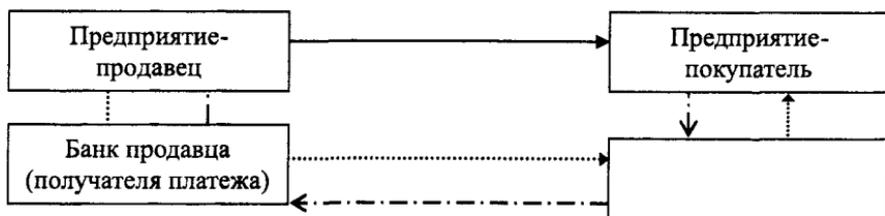


Рис. 5.20. Простейшая схема движения материального и финансового потоков

в свою очередь, образуют финансовый поток. На рис. 5.20 приводится характерная для данного примера схема движения материального и финансового потоков. Видно, что материальный и финансовый потоки имеют диаметрально противоположную направленность, однако прямолинейность последнего возможна лишь в условиях оплаты поставки продукции наличными деньгами. Необходимо подчеркнуть, что в данном примере финансовый поток является «вторичным», или «зависимым», по отношению к материальному потоку, способствуя эффективному прохождению потоком товарно-материальных ценностей всего пути следования от предприятия-продавца к предприятию-покупателю. При использовании какой-либо формы безналичных расчетов схема движения финансового потока между продавцом и покупателем товаров претерпевает определенные изменения (рис. 5.21).

Анализ рис. 5.20 показывает, что при организации безналичных расчетов поток информации о движении платежных документов имеет одинаковую направленность с материальным потоком и один и тот же источник возникновения, в то время как финансовый поток осуществляется между уполномоченными отделениями банков предприятия-покупателя и предприятия-продавца и имеет обратную направленность по отношению к материальному потоку. Выбор той или иной формы безналичных платежей зависит от эффективности их применения в различных условиях и необходимости воздействия на неаккуратных покупателей. Так, например, при расчетах между продавцами и покупателями, находящимися в разных городах, рекомендуется использовать такие формы безналичных платежей, как инкассо или аккредитив, а при расчетах между продавцами и покупателями, находящимися в одном городе, применяются расчетные чеки или платежные поручения. При этом инкассо — платеж в банке покупателя — является наиболее естественной формой безналичных иногородних расчетов, а аккредитив — платеж в банке продавца — применяется как экономическая санкция и выражает недоверие к покупателю.



Условные обозначения:

- > — движение продукции (материальный поток);
- .....> — движение платежных документов (информационный поток);
- - -> — движение денег (финансовый поток).

Рис. 5.21. Общая схема движения материального, информационного и финансового потоков при осуществлении безналичных расчетов

Общая схема движения материального, информационного и финансового потоков, представленная на рисунке 5, приведена с учетом синхронности начала всех потоковых процессов. Однако каждая конкретная форма безналичных расчетов предусматривает свою очередность движения продукции, платежных документов и денег. Кроме того, большое влияние на величину, источник возникновения и время начала финансового потока оказывают (помимо формы безналичных расчетов) предусмотренные в договоре купли-продажи дополнительные условия платежа. К их числу относятся и условия предоставления различных видов скидок покупателям товаров. Анализ коммерческой деятельности предприятий как в России, так и за рубежом показывает, что число используемых скидок достаточно велико (по отдельным источникам насчитывается до 20 их разновидностей), а их размеры зависят главным образом от специфики выполняемых операций, условий поставки товаров и платежа, характера взаимоотношений продавца и покупателя. В целом необходимо отметить, что любая скидка экономически целесообразна только в том случае, если она выгодна всем участникам товарного обмена.

#### 5.5.4. Принципы, задачи и цель управления финансовыми потоками

Знание основных принципов управления менеджерами позволяет легко возмещать неопределенность некоторых факторов внешней и внутренней среды предприятия. При формировании логистических систем, а также при управлении финансовыми потоками в этих системах могут быть допущены ошибки лишь потому, что не были учтены и применены преимущества и недостатки отдельных принципов финансового управления потоковыми процессами на предприятии.

Принцип управления — это обобщенные опытные данные, закон явлений, найденный из наблюдений экспертов по управлению.

Основными принципами управления финансовыми потоками являются (рис. 5.22):

1) *принцип информативной достоверности*. Как и каждая управляющая система, управление финансовыми потоками предприятия должно быть обеспечено необходимой информационной базой. Создание такой информационной базы

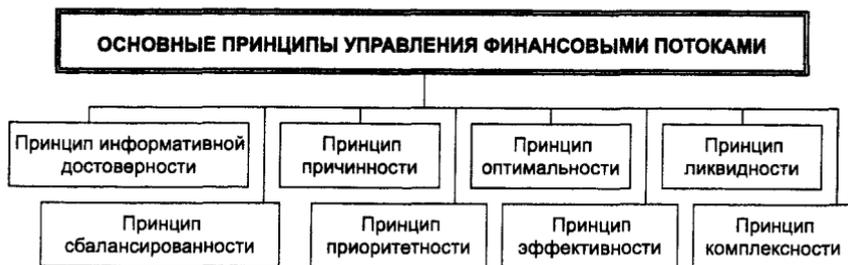


Рис. 5.22. Основные принципы управление финансовыми потоками

представляет определенные трудности, так как унифицированные формы ведения финансовой отчетности в отличие от жестко регламентированных форм ведения бухгалтерского учета на сегодняшний день в Российской Федерации отсутствуют. Определенные международные стандарты формирования такой отчетности начали разрабатываться с 1971 г. и, по мнению многих специалистов, еще далеки от завершения (хотя общие параметры таких стандартов уже утверждены, они допускают вариативность методов определения отдельных показателей принятой системы отчетности). Наличие в настоящее время отличий методов ведения бухгалтерского учета в нашей стране от принятых в международной практике еще более усложняют задачу формирования достоверной информационной базы управления финансовыми потоками предприятия. В этих условиях обеспечение принципа информативной достоверности связано с осуществлением сложных вычислений, которые требуют унификации методических подходов;

2) **принцип сбалансированности.** Управление финансовыми потоками предприятия имеет дело со многими видами и разновидностями, рассмотренными в процессе их классификации. Их подчиненность единым целям и задачам управления требует обеспечения сбалансированности финансовых потоков предприятия по видам, объемам, временным интервалам и другим существенным характеристикам. Реализация этого принципа связана с оптимизацией финансовых потоков логистической системы в процессе управления ими;

3) **принцип причинности** предполагает, что каждая бизнес-единица логистической системы может планировать, управлять и отвечать только за те величины, на которые она может оказывать влияние;

4) **принцип приоритетности** в отношении задачи координации финансовых потоков в логистической системе должен обеспечить использование дефицитных средств в наиболее выгодном направлении. В стратегическом плане сознательно формируется направление «основного удара», при этом расходы на другие направления сокращаются;

5) **принцип оптимальности (рациональности).** Согласно этому принципу выбираются такие управленческие решения, которые являются лучшими (оптимальными) по комплексу показателей для заданных условий. Задача заключается не в том, чтобы найти решение лучше существующего, а в том, чтобы найти самое лучшее решение из всех возможных. С точки зрения рациональности можно оценивать не только уровень качества принимаемых решений (оптимальное решение задачи, оптимальный план, оптимальное управление), но и состояние логистической системы или ее поведение (оптимальная траектория, оптимальное распределение финансовых ресурсов и пр.).

Решение должно приниматься всегда таким образом, чтобы благодаря выбранному варианту, т. е. выбранному соотношению затрат и достигнутого результата, осуществлялось рациональное достижение поставленных целей логистической системы;

6) **принцип эффективности.** Финансовые потоки логистической системы характеризуются существенной неравномерностью поступления и расходования денежных средств в разрезе отдельных временных интервалов, что приводит

к формированию значительных объемов временно свободных финансовых активов. По существу эти временно свободные остатки денежных средств носят характер непроизводительных активов (до момента их использования в хозяйственном процессе), которые теряют свою стоимость во времени от инфляции и по другим причинам. Реализация принципа эффективности в процессе управления финансовыми потоками заключается в обеспечении эффективного их использования путем осуществления финансовых инвестиций в развитие логистической системы;

7) **принцип ликвидности.** Высокая неравномерность отдельных видов финансовых потоков порождает временный дефицит денежных средств логистической системы, который отрицательно сказывается на уровне ее платежеспособности. Поэтому в процессе управления финансовыми потоками необходимо обеспечивать достаточный уровень их ликвидности на протяжении всего рассматриваемого периода. Реализация этого принципа обеспечивается путем соответствующей синхронизации положительного и отрицательного финансовых потоков в разрезе каждого временного интервала рассматриваемого периода;

8) **принцип комплексности** организации и планирования финансовых потоков в логистической системе предполагает, что планируемые финансовые показатели должны быть увязаны между собой, т. е. необходима координация действий непосредственных и опосредованных участников движения потоковых процессов логистической системы. Бюджет логистической системы — это единое целое, и изменение одного его показателя влечет за собой изменение других показателей и всей логистической системы в целом.

С учетом рассмотренных принципов организуется конкретный процесс управления финансовыми потоками предприятия. Грамотное и продуманное использование финансовых принципов управления потоковыми процессами на предприятии позволит высвободить и направить финансовые ресурсы организации на дополнительные инвестиции.

Таким образом, целью финансового обслуживания потоковых процессов в логистической системе является обеспечение их движения финансовыми ресурсами в необходимых объемах в нужные сроки в необходимом количестве с использованием наиболее эффективных источников финансирования.

Исходя из этого, основными **задачами управления финансовыми потоками в логистической системе** можно рассматривать:

- повышение эффективности использования финансовых ресурсов предприятия;
- совершенствование организации финансового обслуживания движения потоков (материальных, информационных, сервисных) в логистической системе;
- обеспечение поступления необходимой финансовой информации и своевременной технологии ее обработки;
- тщательная разработка логистических операций организации движения финансовых потоков;
- оценка эффективности деятельности логистических подразделений;

• укрепление финансового обеспечения материальной базы производства логистической системы.

Исходя из этого, главной целью финансовой логистики является организация финансового планирования и управления целенаправленной подготовкой и целесообразным использованием средств и услуг логистической системы, необходимых для решения поставленных перед этой системой задач.

### 5.5.5. Концептуальные основы управления финансовыми потоками

Управление финансовыми потоками в логистических системах базируется на основе следующих фундаментальных концепций:

- концепция управления денежными потоками и финансовым циклом;
- концепция временной ценности финансовых средств;
- концепция риска и доходности;
- теория агентских отношений и др.

Любая логистическая система, независимо от рода и масштабов деятельности, в финансовом отношении представляет собой некий «черный ящик», на вход которого в простейшем случае подается некоторая денежная сумма либо распределенный во времени поток таких сумм, полученных из одного или нескольких источников.

Объем денежных средств, получаемый на выходе из логистической системы, зависит от различных факторов, в том числе от свойств и характеристик составляющих ее элементов, от эффективности реализации протекающих в ней процессов, от состояния внешней среды и т. п. Однако очевидно, что *вкладывать средства в логистическую систему имеет смысл только в том случае, если в итоге финансовые потоки на выходе будут превышать входные, причем в объеме, достаточном для покрытия всех расходов, связанных с функционированием логистической системы и удовлетворением целей конечных потребителей* (рис. 5.23).

Соответственно разность между выходными и входными финансовыми потоками за соответствующий период времени будет представлять собой результат, полученный от работы всей логистической системы.



Рис. 5.23. Общая схема движения финансовых потоков

Таким образом, ценность управления логистической системы определяется теми финансовыми потоками, которые она способна создавать для своих текущих или потенциальных владельцев. *Поток денежных средств (cash flow)* представляет собой разницу между всеми поступившими и выплаченными предприятием денежными средствами за конкретный период времени (разность между суммой поступлений и суммой расходов капитала). Практический пример расчета и построения графика потока денежных средств (cash flow) — смотрите в разделе 2.4 настоящей главы.

Одним из факторов, влияющих на финансовые потоки предприятий, является величина **финансового цикла**. Это период времени, в течение которого финансовые средства предприятия вложены в созданные запасы (с момента их оплаты), незавершенное производство, готовую продукцию и дебиторскую задолженность, с учетом времени обращения кредиторской задолженности, так как она компенсирует отвлечение средств в дебиторскую задолженность.

То есть в широком смысле финансовый цикл представляет собой время, в течение которого финансовые средства отвлечены из оборота. Основные этапы обращения денежных средств в ходе логистической деятельности представлены на рис. 5.24.

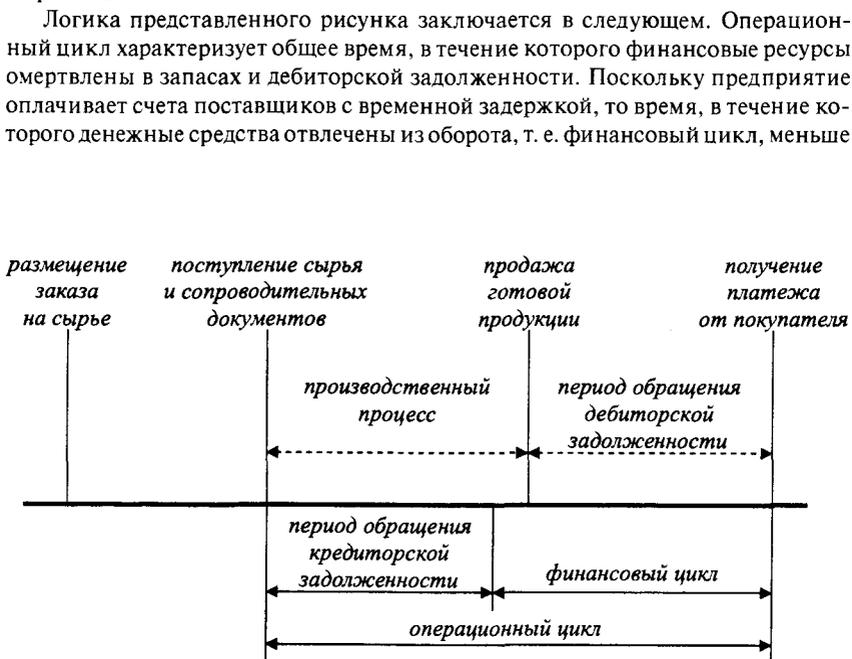


Рис. 5.24. Этапы обращения финансовых потоков предприятия



Наименование показателя	Источники информации	Значение, тыс. руб.	
		на начало года	на конец года
Запасы и затраты	стр. 210 + 220 актива баланса	12 500	91 300
Дебиторская задолженность	стр. 240 актива баланса	600	45 800
Кредиторская задолженность	стр. 620 пассива баланса	30 500	90 000
Выручка	отчет о прибылях и убытках	125 000	555 000
Себестоимость реализуемой продукции		59 500	330 000

### Решение

1. Рассчитаем время обращения запасов и затрат на начало и на конец года:

$$\text{ВОЗЗ}_{\text{на конец года}} = \frac{91\,300}{330\,000} \times 365 \text{ дн.} = 101 \text{ день.}$$

$$\text{ВОЗЗ}_{\text{на начало года}} = \frac{12\,500}{59\,500} \times 365 \text{ дн.} = 77 \text{ дн.}$$

2. Используя вышеприведенные формулы, рассчитаем время обращения дебиторской и кредиторской задолженностей, а затем и длительность финансового цикла.

Наименование показателя	Значение, тыс. руб.	
	на начало года	на конец года
1. Время обращения запасов и затрат, дней	77	101
2. Время обращения дебиторской задолженности, дней	2	30
3. Время обращения кредиторской задолженности, дней	187	100
4. Длительность финансового цикла (п.1 + п.2 – п.3)	-109	32

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы. На предприятии на начало года длительность финансового цикла была отрицательной. Это явилось следствием низкого значения дебиторской задолженности на начало года, с одной стороны, и достаточно высокого значения кредиторской задолженности — с другой. Используя логическую интерпретацию финансового цикла, можно прийти к выводу, что предприятие в прошлом году в среднем получало от клиентов деньги раньше, чем расплачивалось с кредиторами. На конец года ситуация значительно ухудшилась. Длительность финансового цикла стала существенно положительной. Это явилось следствием значительного снижения времени обращения кредиторской задолженности на конец года (в 2 раза) параллельно с ростом дебиторской задолженности, что, разумеется, привело к «вымыванию» денег из предприятия — предприятие стало ощущать потребность в привлечении дополнительных денежных средств для финансирования оборотных средств.

Управление финансовым циклом представляет собой одно из основных направлений управления финансовыми потоками. Оптимизация финансового цикла — одна из главных целей деятельности финансовых служб, так как это дает значительный эффект всей логистической системе в целом. Основными путями сокращения финансового цикла являются применение основных принципов и методов логистического управления в практику ведения бизнеса, которые позволяют значительно сократить производственный цикл и время обращения запасов и затрат предприятия.

Принцип временной ценности денег (time-value of money) является одним из фундаментальных в управлении финансовыми потоками. Согласно этому принципу деньги, которыми мы обладаем в разные моменты времени, имеют *неодинаковую* ценность. Более того, в бизнесе и в повседневной жизни время получения денег играет не меньшую роль, чем сами размеры денежных сумм. Например, рубль сегодня более ценен, чем рубль, который поступит спустя некоторое время, поскольку его уже сейчас можно потратить на удовлетворение текущих потребностей или вложить (инвестировать) с перспективой получения дополнительного дохода в будущем.

Вернемся к нашей метафоре с «черным ящиком». Какой бы ни была величина выходного финансового потока, она будет получена только через определенный период времени. Однако деньги, необходимые для получения указанного потока, необходимо «заложить» в логистическую систему уже сейчас. Принимая решение о целесообразности подобных вложений, нужно уметь оценивать будущие финансовые потоки с позиции текущего момента времени, т. е. определять их современную стоимость (present value — PV).

#### *Сумма, полученная сегодня, больше эквивалентной суммы, полученной завтра*

Для оценки современной, или текущей, стоимости будущих сумм финансисты используют специальную методику, известную как дисконтирование денежных потоков.

**Дисконтирование денежных потоков** — процесс определения сегодняшней (т. е. текущей) стоимости денег, когда известна их будущая стоимость.

Дисконтирование капитала и дохода применяется для оценки будущих денежных поступлений (прибыль, проценты, дивиденды) с позиции текущего момента. Разработчиком модели временной стоимости денег был известный экономист И. Фишер.

Модель Фишера базируется на ряде теоретических допущений, наиболее существенными из которых являются:

- постоянное обесценение денег;
- наличие бесперебойно и эффективно функционирующего рынка капиталов;
- возможность заимствования и кредитования;

- возможность альтернативного получения дохода на капитал, причем в размере не ниже определенного минимума.

Определение современной (приведенной) стоимости денежного потока ( $PV$ ) оценивается по формуле:

$$PV = \frac{FV}{(1+r)^t}, \text{ или } PV = FV \times \frac{1}{(1+r)^t},$$

где  $PV$  — современная стоимость (величина) капитала, т. е. с позиции исходного периода, когда делается первоначальный вклад;

$FV$  — будущая стоимость (величина) капитала, т. е. размер эффекта от вложения капитала к концу  $t$ -го периода времени с момента вклада первоначальной суммы;

$r$  — процентная ставка (коэффициент дисконтирования), выражающийся в долях единиц;

$t$  — фактор времени (число лет, или количество оборотов капитала).

В итоге, применив данную модель на практике, становится возможным оценить, какой доход можно получить в будущем и какую максимально возможную сумму капитала допустимо вложить в данное дело.

### Пример

Приобретая контрольный пакет акций завода ОАО «Росхимпорт», банк рассчитывает, что осуществление ряда мероприятий позволит через два года выйти с этими акциями на открытый рынок и продать пакет по цене не ниже 20 долл. за акцию. По какой цене должен банк купить данные акции сегодня, чтобы обеспечить себе уровень доходности не менее 40% годовых в валюте?

### Решение

Цена покупки акций равна  $PV = FV \times \frac{20 \text{ долл.}}{(1+0,4)^2} = 10,2$  долл. за акцию.

Процесс, противоположный дисконтированию, представляет собой компаундинг (рис. 5.25):

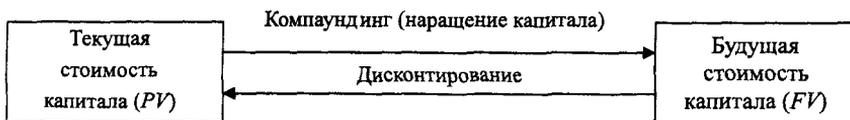


Рис. 5.25. Схема компаундинга и дисконтирования капитала

**Компаундинг** — принцип перехода от сегодняшней (т. е. текущей) стоимости капитала к его будущей стоимости.

При компаундинге для определения наращенного капитала используют формулу:

$$FV = PV \times (1+r)^t,$$

где  $PV$  — современная стоимость (величина) капитала, т. е. с позиции исходного периода, когда делается первоначальный вклад;  
 $FV$  — будущая стоимость (величина) капитала, т. е. размер эффекта от вложения капитала к концу  $t$ -го периода времени с момента вклада первоначальной суммы;  
 $r$  — процентная ставка (коэффициент дисконтирования), выражающийся в долях единиц;  
 $t$  — фактор времени (число лет, или количество оборотов капитала).

### Пример

Предприятию от клиента пришла заявка на покупку готовых изделий на сумму 10 млн рублей. Принимая во внимание, что ставка банка по депозитам равна 20%, налогообложение отсутствует, определить финансовый результат от данной сделки, если:

- 1) клиент расплатится за поставленную ему готовую продукцию сразу же;
- 2) клиент оплатит готовую продукцию сегодня, а получит ее (произойдет отгрузка) через год;
- 3) клиенту отгрузится продукция на условиях предоставления отсрочки по платежу на год.

### Решение

1. Если предприятие заключило сделку на 10 млн руб. и с ним расплатились сразу же, то оно получит сумму в 10 млн рублей.

2. Если клиент оплатит готовую продукцию сегодня, а получит ее (произойдет отгрузка) через год, то предприятие, положив эти деньги на депозит в банк, получит через год процентный доход. Тогда через год на его счете будет находиться сумма:

$$FV = 10 \text{ млн руб.} \times (1 + 0,2) = 12 \text{ млн руб.}$$

3. Если же с предприятием расплатятся через год, то оно получит свои 10 млн руб. и потеряет  $12 - 10 = 2$  млн руб. в виде нереализованной возможности получить процентный доход по депозиту. Итого: финансовый результат от такой сделки будет равен  $10 - 2 = 8$  млн руб.

*Из сказанного можно сделать вывод, что 10 млн руб. в современных деньгах эквивалентны 12 млн руб. в оценке через год. Но верно и обратное: 12 млн руб., полученные через год, равны (эквивалентны) 10 млн руб. при процентной ставке 20% годовых в год.*

Подводя итог, хотелось бы отметить, что любому руководителю логистической системы должна быть безразлична не только сумма производимых им затрат, но и то, когда он их вкладывает, не только величина доходов, но и время, через которое он их получает. Будущие деньги всегда дешевле сегодняшних, и не только из-за инфляции. Деньги, полученные сегодня, через год могли бы «обернуться» и принести логистической системе дополнительный доход, и, таким образом, если ее руководитель получает их только через год, он теряет эту возможность.

Предпринимательская деятельность в условиях рынка неразрывно связана с риском. Известно, что кто не рискует, тот не выигрывает. Однако, чем выше риск той или иной операции, тем выше шансы получения не только полезных, но и негативных результатов.

Концепция риска и доходности акцентирует внимание менеджеров на необходимости оценки не только возможных результатов хозяйственной операции, но и рисков, связанных с их получением. Согласно данной концепции принятие риска оправдано лишь в том случае, если предполагаемый доход является возможным и приемлемым и при этом наступление рискового события не приведет к негативным последствиям для бизнеса. Таким образом, добиться значительных результатов, обеспечить процветание фирмы в будущем можно, лишь правильно оценивая риски, принимая своевременные и адекватные меры по их снижению.

Подробнее об управлении рисками в цепях поставок — см. главу 4 раздела 3 настоящей книги.

Вступая в экономические отношения, субъекты управления логистической системой стремятся действовать в своих интересах, при этом их интересы могут не совпадать. Под *агентскими* понимаются отношения двух участников, один из которых (заказчик, принципал) передает другому (агенту) свои функции. С позиции управления финансовыми потоками наиболее важными агентскими отношениями являются отношения между собственниками бизнеса и менеджерами, управляющими цепями поставок, а также между кредиторами и акционерами. Например, в бизнесе часто возникают ситуации, когда владельцы капитала делегируют принятие управленческих решений наемным менеджерам (агентам).

Однако менеджеры, управляющие логистической системой в целях сохранения своего рабочего места, развития карьеры, роста заработной платы и т. п., могут принимать решения, которые выгодны лично им, в ущерб интересам владельцев бизнеса. Экономисты называют конфликты, возникающие из отношений «принципал — агент», агентскими проблемами, или агентскими конфликтами. **Теория агентских отношений** изучает сущность и причины возникновения подобных конфликтов, а также разрабатывает методы и инструменты, позволяющие преодолевать или снижать их негативные последствия. В практике финансового управления применяется расчет показателей, на которые обращают внимание названные стороны агентских отношений, которые по своей природе достаточно стабильны и изменение которых имеет особую информативность. Такие показатели называются финансовыми коэффициентами. Их много, но основные объединены в однородные по экономическому содержанию блоки, представленные на рис. 5.26.

Так, менеджеров, управляющих логистической системой, интересует в первую очередь деловая активность, показывающая меру их профессионального мастерства, но, поскольку они являются связующим звеном между всеми заинтересованными сторонами, естественно, в поле их зрения находятся все показатели и тенденции в их изменениях.

Кредиторы интересуются способностью предприятия рассчитываться по краткосрочным обязательствам (показатели ликвидности) и долгосрочным обязательствам (показатели устойчивости).

Для собственников наиболее важными представляются коэффициенты рентабельности, поскольку они показывают, как быстро приумножается их капитал. Потенциальные собственники информацию о предприятии получают на фондовом рынке с помощью коэффициентов рыночной активности, сравнивают их с аналогичными параметрами по другим предприятиям и принимают решение о целесообразности инвестирования.

Единственного коэффициента или одной однородной группы параметров, достаточных для всеобъемлющей оценки работы предприятия, не существует. Однако, чтобы успешно управлять, нужно придерживаться определенной позиции, опираться на те или иные приоритеты. В США, например, распространена точка зрения, что при финансовом управлении следует ориентироваться на такие цели, как максимизация стоимости акционерного капитала и достижение максимума благосостояния акционеров. В Европе и Японии декларируется иное



Рис. 5.26. Группировка основных показателей деятельности предприятий с точки зрения главных сторон, заинтересованных в результатах его работы: собственников (в том числе потенциальных), менеджеров и кредиторов

мнение: во главе угла должны стоять интересы конечных потребителей, рабочих, правительства, общества в целом.

История функционирования рынка дает убедительные примеры того, что ориентация на максимизацию стоимости акционерного капитала в сочетании с широким привлечением заемного капитала и развитым фондовым рынком обеспечивает более высокий уровень производительности труда, конкурентоспособности и в конечном счете жизни. Кроме того, глобализация рынка капитала ведет к неуклонному переливу капитала к секторам экономики и предприятиям, обеспечивающим более быстрый его рост.

Благосостояние держателей акций увеличивается не за счет других заинтересованных сторон. Скорее наоборот предприятие, добившееся успеха в конкурентной борьбе, отличается не только быстрым ростом капитала собственников, но и высоким уровнем производительности труда, квалификации персонала, оплаты труда, занятости. С позиции собственников понятие эффективности связано с разнообразными показателями рентабельности. Все они в конечном итоге сводятся к соотношению получаемой чистой прибыли и размера вложенного капитала. В частности, к таким показателям относится рентабельность собственного капитала:

$$\boxed{\text{Рентабельность собственного капитала}} = \boxed{\text{Чистая прибыль}} : \boxed{\text{Собственный капитал}}$$

Этот показатель позволяет сделать вывод о целесообразности вложения капитала именно в данную логистическую систему и ответить на вопрос, не лучше ли положить деньги в банк и не станет ли депозитный процент обеспечивать больший прирост капитала в течение года. Стоит рассмотреть и другие возможности для вложения средств, например заинтересоваться предприятиями, обеспечивающими большую отдачу на инвестиции при том же уровне риска.

Рентабельность собственного капитала лучшим образом отражает интересы собственников в приумножении их капитала. Основной недостаток — временная ограниченность показателя. Рентабельность текущего года может оказаться низкой из-за инвестиций, ориентированных на высокую отдачу за пределами года. Но эта ограниченность преодолевается рассмотрением других показателей и анализом всего спектра проблем, связанных с текущей деятельностью и перспективами развития логистической системы.

### *Пример*

Объем продаж предприятия в 2008 г. составил 8 000 000 руб. Собственный капитал предприятия равен 1 000 000 руб. Себестоимость проданной продукции составила 5 000 000 руб., а управленческие и коммерческие расходы — 1 600 000 руб. Определить рентабельность собственного капитала предприятия в 2008 г.

### *Решение*

1. Определим сумму чистой прибыли по следующей формуле:

$$\boxed{\text{Чистая прибыль}} = \boxed{\text{Объем продаж}} - \boxed{\text{Себестоимость продукции}} - \boxed{\text{Коммерческие и управленческие расходы}}$$

Сумма чистой прибыли равна : 8 000 000 руб. – 5 000 000 руб. – 1 600 000 руб. = 1 400 000 руб.

2. Определим рентабельность собственного капитала по следующей формуле:

$$\boxed{\text{Рентабельность собственного капитала}} = \boxed{\text{Чистая прибыль}} : \boxed{\text{Собственный капитал}}$$

Рентабельность собственного капитала предприятия в 2008 г. равна: 1 400 000 руб. : 1 000 000 руб. = 1,4.

### 5.5.6. Синхронизация движения финансовых и материальных потоков в логистической системе

Общие тенденции функционирования промышленных предприятий в рыночных условиях свидетельствуют о том, что одной из ключевых проблем является проблема синхронизации движения материальных и финансовых потоков.

Прежде чем приступить к рассмотрению синхронизации потоковых процессов в логистической системе, необходимо определить понятие синхронности и коррелятивности потоковых процессов.

Синхронность потоковых процессов — это уровень корреляции между двумя видами потоков в логистической системе, находящимися между собой в коррелятивной связи.

Коррелятивность потоковых процессов — это характер связи между двумя видами потоков логистической системы, между формированием которых существует прямая логическая зависимость. Степень коррелятивности тех или иных потоковых процессов можно оценить с помощью коэффициента корреляции.

Например, определить уровень синхронности формирования положительного и отрицательного финансовых потоков логистической системы в рассматриваемом периоде времени позволяет определить коэффициент корреляции положительного и отрицательного финансовых потоков во времени. Расчет этого коэффициента осуществляется по следующей формуле:

$$KK_{\text{фп}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{но}} \times \frac{\text{ПФП}_i - \text{ПФП}_{\text{ср}}}{Y_{\text{пфп}}} \times \frac{\text{ОФП}_i - \text{ОФП}_{\text{ср}}}{Y_{\text{офп}}}, \quad (5.16)$$

где  $KK_{\text{фп}}$  — коэффициент корреляции положительного и отрицательного финансовых потоков во времени;

$P_{\text{но}}$  — прогнозируемые вероятности отклонения финансовых потоков от их среднего значения в плановом периоде;

ПФП<sub>*i*</sub> — варианты сумм положительного финансового потока в отдельных интервалах планового периода;

ПФП<sub>ср</sub> — средняя сумма положительного финансового потока в одном интервале планового периода;

ОФП<sub>*i*</sub> — варианты сумм отрицательного финансового потока в отдельных интервалах планового периода;

ОФП<sub>ср</sub> — средняя сумма отрицательного финансового потока в одном интервале планового периода;

$y_{\text{пфн}}$  и  $y_{\text{офн}}$  — среднеквадратическое (стандартное) отклонение сумм финансовых потоков, соответственно — положительного и отрицательного;

$n$  — число наблюдений.

В свою очередь, среднеквадратическое (стандартное) отклонение — это показатель, являющийся одним из наиболее распространенных при оценке равномерности финансового потока и определяющий степень его колеблемости. Он рассчитывается по формуле:

$$y = \sqrt{\sum_{i=1}^n (R_i - R_{\text{ср}})^2 \times P_i}, \quad (5.17)$$

где  $y$  — среднеквадратическое (стандартное) отклонение финансового потока;

$R_i$  — конкретное значение объема финансового потока в каждом интервале рассматриваемого общего периода времени;

$R_{\text{ср}}$  — среднее значение финансового потока по интервалам рассматриваемого общего периода времени;

$P_i$  — частота (вероятность) формирования отдельных объемов финансового потока в различных интервалах рассматриваемого общего периода времени.

Используя теоретическую и практическую базу управления финансовыми потоками, представим основные, по нашему мнению, способы синхронизации финансовых и материальных потоков в логистической системе (рис. 5.27).

Синхронизировать финансовые и материальные потоки в логистической системе можно четырьмя основными способами: 1) по финансовым расчетам; 2) по способу обеспечения основными и оборотными активами; 3) по форме платежей; 4) по используемым финансовым инструментам.

По проведению финансовых расчетов финансовых и материальные потоки в логистической системе необходимо синхронизировать, во-первых, по достаточному уровню объема с нужной скоростью в нужной валюте и в необходимое время (сроки) (согласно основным правилам логистики) и, во-вторых, необходимо обеспечить безопасность циркулирования финансовых потоков в логистической системе.

Многообразие форм и направлений развития современного финансового рынка, а также специфика механизма его функционирования в условиях стабилизации рыночных отношений в России обуславливают возможность широкого использования инвестиционных инструментов при финансовом обслуживании обеспечения логистической системы основными и оборотными активами.

*Коммерческий кредит* — это товарная форма кредита. Денежная, банковская форма кредита предполагает наличие временно свободных денежных средств и их перераспределение на условиях возвратности. Но, к сожалению, сегодня многие российские промышленные предприятия не часто располагают такими средствами. А использование коммерческого кредита не только облегчает реализацию товара, но и способствует ускорению оборачиваемости оборотных средств, что приводит к уменьшению потребности предприятия в кредитных ресурсах и в финансовых средствах, а также увеличивает возможность оказания финансовой поддержки предприятий друг другу.

*Залог* — форма обеспечения финансовых обязательств, основанная на праве одного лица сохранять в своей собственности имущество, принадлежащее другому лицу, пока его финансовые претензии к владельцу этого имущества не будут удовлетворены. Предметом залога могут быть как имущество, так и имущественные права.

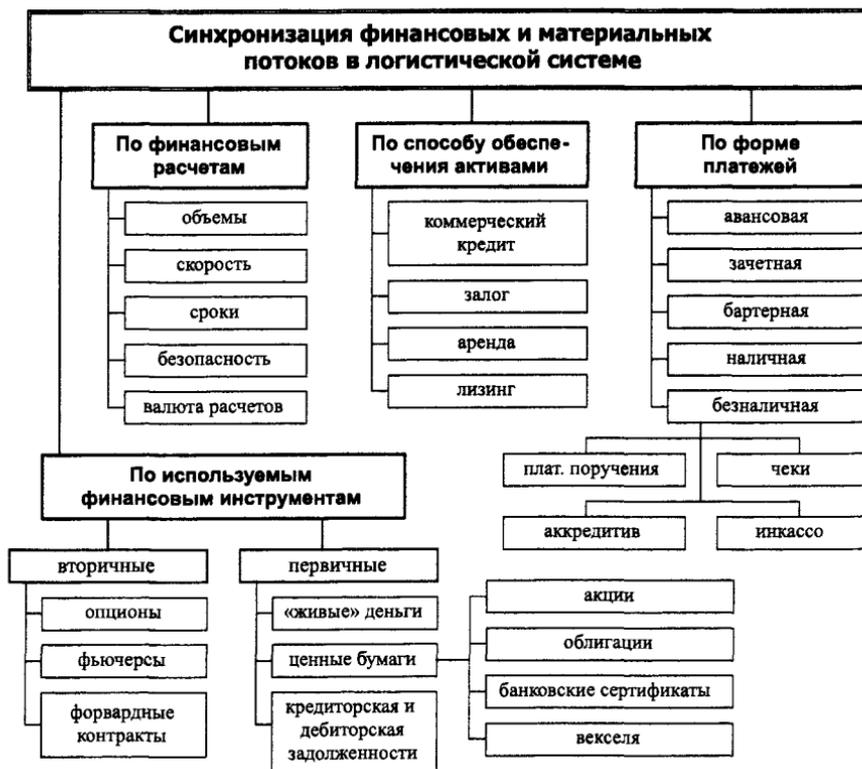


Рис. 5.27. Классификация основных способов синхронизации финансовых и материальных потоков в логистической системе

*Аренда* — способ найма одним лицом или организацией движимого и недвижимого имущества во временное пользование на определенный срок и за определенную плату.

*Лизинг* — долгосрочная аренда движимого и недвижимого имущества, предусматривающая в определенных случаях последующий выкуп арендованных объектов. Лизинг в настоящее время используется большинством российских предприятий как один из эффективнейших инструментов производственного инвестирования. В основе лизинговой сделки находится кредитная операция с имуществом, а не с денежными средствами, как при кредите. То есть при товарном кредитовании в чистом виде товаропользователь одновременно с получением товара вступает в право собственности с отсрочкой во времени оплаты стоимости товара, а при лизинге это право остается за арендодателем до полной оплаты объекта лизинга арендатором.

По форме платежей финансовые потоки можно синхронизировать с другими потоками логистического процесса посредством авансов, зачетов, бартера, оплатой товарно-материальных ценностей наличными деньгами и по безналичной форме расчета.

*Аванс* — сумма средств, выдаваемая вперед в счет предстоящих платежей. Форма авансового платежа, как правило, выгодна только предприятию-продавцу, потребитель же продукции (работ, услуг) в случае возможности приобрести товар без внесения аванса и с внесением такового произведет платеж за товар у того продавца, у которого будет оплата без обязательного использования авансового платежа.

*Зачеты* — письменно оформленное право (основания которого могут быть различны) требовать с определенного предприятия взаимного уменьшения суммы кредиторской задолженности. Формально зачет не может выступать в качестве средства платежа. Изначально подразумевалось его использование как средства уменьшения взаимной задолженности между организациями. Однако существует практика передачи (продажи) права требования долга к конкретной организации (например, к местной энергетической компании). Подобные сделки по купле-продаже права требования к организациям-монополистам могут осуществляться как на бирже, так и между предприятиями.

Потенциал *бартера* в синхронизации материальных и финансовых потоков проявляется следующим образом. Встречный материальный поток в бартерных расчетах по поставкам продукции представляется как квазифинансовый поток, способный ослабить кредиторскую задолженность у покупателя и дебиторскую задолженность у поставщика и, как следствие, сократить разрыв между кредиторской и дебиторской задолженностью каждого предприятия.

Естественно, что бартер должен применяться в разумных пределах, так как он в определенной мере обедняет взаимоотношения субъектов рынка и сводит все к натуральному товарному обмену. Производственное предприятие-потребитель, имеющее преимущественный интерес в совершении бартерных расчетов, на противоположной стороне воспроизводственно-логистического процесса

обращается в поставщика и испытывает на себе все негативные последствия, свойственные этой форме:

- увеличение запасов неиспользуемых материально-технических ресурсов, которые зачастую не относятся к категории производственных запасов и лишь условно могут быть присвоены к запасам готовой продукции, содержащимся на складе предприятия;

- необходимость поиска каналов сбыта этой непрофильной для производственно-коммерческого аппарата предприятия продукции;

- увеличение текущих издержек, связанных с обработкой и хранением продукции;

- нарушение структуры оборотных средств;

- замедление кругооборота и т. п.

Значительные трудности, но уже для обеих сторон бартерных расчетов, возникают в связи с определением страховых сумм, оценкой претензий, начислением санкций и в других практических ситуациях.

Безусловно, использование бартерных операций свидетельствует о проблемах с продукцией предприятия (конкурентоспособность, спрос) или о плохой работе служб маркетинга и сбыта. Как правило, бартер ведет к возникновению «серого» рынка, на котором продукция предприятия продается дешевле отпускной цены. В результате проблема продаж за «живые» деньги еще более усугубляется. Предприятие как бы оказывается на «бартерной игле».

*Наличными денежными средствами* в настоящее время на территории Российской Федерации согласно законодательству можно оплатить товарно-материальные ценности или услуги в сумме, не превышающей шестьдесят тысяч рублей. Поэтому на современных промышленных предприятиях такие расчеты встречаются достаточно редко, а чаще всего используются безналичные расчеты между продавцами и покупателями.

Безналичные расчеты могут осуществляться в следующих основных формах: платежными поручениями, по аккредитиву, чеками, по инкассо.

*Платежным поручением* является распоряжение владельца счета (плательщика) обслуживающему его банку, оформленное расчетным документом, перевести определенную денежную сумму на счет получателя средств, открытый в этом или другом банке.

Платежные поручения принимаются банком независимо от наличия денежных средств на счете плательщика.

При отсутствии или недостаточности средств на счете плательщика платежные поручения помещаются в картотеку «Расчетные документы, не оплаченные в срок» и оплачиваются по мере поступления денег. При этом допускается частичная оплата платежных поручений. Банк обязан информировать плательщика по его требованию об исполнении платежного поручения в соответствии с договором банковского счета.

Платежные поручения могут использоваться предприятиями для осуществления расчетов в порядке плановых платежей. Такие платежи возможны при равномерных и постоянных поставках между поставщиками и покупателями.

В этих целях они, исходя из плана, поставки на месяц определяют количество платежей и сумму планового платежа. Например, при плане поставок материалов, равных 100 тыс. руб. на месяц, предприятия договариваются о том, что будет пять платежей по 20 тыс. руб. каждый. Об этой договоренности сообщается в банк. Плательщик выписывает в начале месяца пять платежных поручений с датами платежей 6, 12, 18, 24 и 30-го числа и сдает их в банк, где они помещаются в картотеку. При наступлении срока платежа банк оплачивает платежное поручение за счет средств плательщика.

*Аккредитив* представляет собой условное денежное обязательство, принимаемое банком-эмитентом по поручению плательщика, произвести платежи в пользу получателя средств по предъявлении последним документов, соответствующих условиям аккредитива, или предоставить полномочия другому банку произвести такие платежи.

Аккредитив открывается банком покупателя на основе заявления последнего, в котором должен быть ссылка на договор между поставщиком и покупателем, указан вид, сумма аккредитива и срок его действия (число и месяц закрытия), наименование поставщика и его банка, полное и точное наименование документов, согласно которым производятся выплаты по аккредитиву, срок их представления и порядок оформления, какие товары или услуги должны быть оплачены с аккредитива, срок их отгрузки или срок оказания услуг и др.

После отгрузки продукции поставщик представляет в свой банк реестр счетов в трех экземплярах, отгрузочные и другие товарно-транспортные документы, предусмотренные условиями аккредитива. В этот же день банк после проверки перечисляет ему на расчетный счет с аккредитива сумму, указанную в реестре счетов. Таким образом, при аккредитивной форме расчетов платежей производится в банке поставщика.

Преимуществом расчетов аккредитивами является гарантированная, своевременная и быстрая оплата счетов поставщика, так как он отгружает продукцию только после того, как получит сообщение от своего банка о прибытии аккредитива.

*Чек* — это ценная бумага, содержащая ничем не обусловленное распоряжение чекодателя банку произвести платежи указанной в ней суммы чекодержателю.

Форма чека и порядок его заполнения определяются законом и банковскими правилами. Указывать проценты в чеке не допускается.

Расчеты чеками имеют ряд экономических преимуществ. Покупатель выдает чек поставщику при получении у него продукции, после чего поставщик предъявляет чек в свой банк для оплаты. Таким образом, в этом случае поставщик и покупатель взаимно контролируют друг друга: покупатель отбирает именно ту продукцию, которая предусмотрена договором, а поставщик отпускает продукцию лишь платежеспособным покупателям, имеющим чековые книжки. Выдавая чек, покупатель подтверждает выполнение поставщиком обязательств по поставке продукции и одновременно гарантирует выполнение своих обязательств по оплате этой продукции. Оплата чеками, кроме того, препятствует возникновению дебиторско-кредиторской задолженности, способствует сокращению

средств в расчетах, ускоряя их оборачиваемость. При расчетах чеками, в отличие от расчетов платежными поручениями, полностью исключается авансирование поставщиков.

Расчеты по *инкассо* представляют собой банковскую операцию, посредством которой банк-эмитент по поручению и за счет клиента на основании расчетных документов осуществляет действия по получению от плательщика платежа.

Расчеты по *инкассо* выгодны как клиенту, так и плательщику. Выгода клиента в том, что банк берет на себя обязанности по пересылке документов в банк плательщика и обратно, взысканию платежа и зачислению денег на счет клиента. Выгода плательщика в том, что платеж осуществляется в его банке и под его контролем. Кредитные организации организуют доставку расчетных документов своих клиентов самостоятельно. Эти расходы возмещаются клиентом, а их стоимость отражается в договоре банковского счета.

Выбор той или иной формы безналичных платежей зависит от эффективности их применения в различных условиях и необходимости воздействия на неаккуратных покупателей. Так, например, при расчетах между продавцами и покупателями, находящимися в разных городах, рекомендуется использовать такие формы безналичных платежей, как *инкассо* или *аккредитив*, а при расчетах между продавцами и покупателями, находящимися в одном городе, применяются расчетные чеки или платежные поручения. При этом *инкассо* — платеж в банке покупателя — является наиболее естественной формой безналичных иногородних расчетов, а *аккредитив* — платеж к банке продавца — применяется как экономическая санкция и выражает недоверие к покупателю.

Эффективное применение инструментов фондового рынка помимо оптимизации финансовых потоков позволяет значительно улучшить результативные показатели хозяйственной деятельности как предприятий-продавцов, так и предприятий-покупателей. В первую очередь это касается увеличения чистой прибыли хозяйствующих субъектов путем оптимального использования финансовых инструментов.

Финансовые инструменты подразделяются на два вида:

- первичные («живые» деньги, ценные бумаги, кредиторская и дебиторская задолженности);
- вторичные (или производные) инструменты (опционы, фьючерсы и форвардные контракты).

«Живые» деньги являются универсальным платежным средством, с помощью которого можно рассчитываться с любыми субъектами рынка. Но, к сожалению, частая нехватка «живых» денег в конкретный момент времени для оплаты материальных ресурсов, а также стремление наиболее эффективно управлять финансовыми потоками в логистической системе приводит к обращению в качестве источника оплаты к другим формам платежных средств.

В реальных экономических условиях важной составляющей финансового потока, наряду с «живыми» деньгами выступают вспомогательные финансовые инструменты — ценные бумаги и кредиторская и дебиторская задолженности.

Согласно ст. 142 Гражданского кодекса РФ *ценной бумагой* является документ, удостоверяющий с соблюдением установленной формы и обязательных реквизитов имущественные права, осуществление или передача которых возможны только при его предъявлении. С передачей ценной бумаги переходят все удостоверяемые ею права в совокупности. В случаях, предусмотренных законом или в установленном им порядке, для осуществления и передачи прав, удостоверенных ценной бумагой, достаточно доказательств их закрепления в специальном реестре (обычном или компьютеризованном).

Таким образом, ценные бумаги представляют собой не что иное, как документы на имущественные права, свидетельства об участии в капитале.

С позиции синхронизации финансовых и других потоковых процессов в логистической системе целесообразно рассмотреть следующие виды ценных бумаг: акции, облигации, банковские сертификаты и векселя.

*Акция* — это, согласно российскому законодательству, именная ценная бумага, выпускаемая корпорацией и представляющая собой:

- титул собственности. Это означает, что инвестор, вкладывающий деньги в этот вид ценных бумаг, рискует вместе с компанией-эмитентом, а капитал, внесенный им в уставный фонд компании, является собственным, а не заемным. Будучи собственником, акционер способен влиять на политику акционерного общества путем участия в общем собрании акционеров по вопросам, находящимся в компетенции общего собрания и с учетом прав, предоставляемых имеющимся у инвестора пакетом акций. Вместе с тем ответственность акционеров как собственников ограничена: они не отвечают по обязательствам общества и несут риск убытков, связанных с его деятельностью, лишь в пределах стоимости принадлежащих им акций;

- право на получение дохода (дивиденда). Получение дохода ничем не гарантировано и зависит от прибыли акционерного общества и от решения по ее распределению. Это решение принимает общее собрание акционеров, однако в пределах суммы, рекомендованной советом директоров компании, состав которого также избирается общим собранием. Принятие решения о выплате дивидендов по всем типам акций является правом, а не обязанностью акционерного общества. Однако если такое решение уже было принято и дивиденды объявлены, то их выплата в установленном размере — обязанность акционерного общества;

- право на получение части имущества в случае ликвидации эмитента. Ликвидация проводится по решению общего собрания акционеров (3/4 голосов). Распределение имущества между акционерами происходит после удовлетворения требований всех кредиторов, а также после первоочередных расчетов общества с акционерами: выкупа акций в случаях, предусмотренных законодательством, выплаты начисленных ранее дивидендов, выплаты ликвидационной стоимости привилегированных акций, если ее размер определен в уставе.

*Облигации* — это ценные бумаги, именные или на предъявителя, выпускаемые любыми предприятиями вне зависимости от их организационно-правовой формы, подтверждающие факт ссуды денежных средств инвестором (держателем)

эмитенту<sup>1</sup> и дающие право на участие в прибыли эмитента особо оговоренным способом (обычно в виде фиксированного процента от номинальной стоимости облигации).

Погашение облигаций может быть организовано по-разному, в зависимости от условий выпуска. Так, облигации могут погашаться одновременно или отдельными сериями, в денежной форме или имуществом. Эмитент в условиях выпуска может оговорить возможность досрочного погашения облигаций, если он ожидает в будущем падения доходности на финансовом рынке и оставляет таким образом возможность возобновить заем на более выгодных для себя условиях.

С инвестиционной точки зрения преимущества облигаций перед акциями, очевидно, заключаются в том, что фиксированный процент при снижении прибыли защищает инвестора от потери части доходов в связи с ухудшением финансового состояния эмитента; это старшие бумаги, и претензии по ним удовлетворяются в первую очередь. Риск по ним меньше еще и потому, что часто погашение их может быть гарантировано залогом имущества предприятия и др. Многие из этих достоинств оборачиваются недостатками при улучшении финансового состояния эмитента, повышении его прибыли. Так, при росте прибыли фиксированный доход ограничивает доходность капитала, а низкий уровень индексации дохода не спасает от инфляции; когда компания набирает силу, наступает срок погашения, и инвестор вынужден покинуть перспективный источник дохода.

Для эмитента выпуск облигаций менее трудоемок, чем выпуск акций, так как на эмиссию облигаций не требуется разрешения общего собрания акционеров — решение об эмиссии полностью в компетенции совета директоров, если в уставе акционерного общества не оговорено иное.

Проценты по облигациям чаще всего меньше, чем средние дивиденды по акциям, и отсутствует угроза поглощения компании путем их скупки. Вместе с тем капитал, полученный путем выпуска облигаций, — заемный, а не собственный. Повышение его удельного веса в имуществе предприятия повышает риск дифолта — прекращения деятельности вследствие банкротства и неплатежеспособности компании-эмитента.

*Банковский сертификат* — свободно обращающееся свидетельство о депозитном или сберегательном вкладе в банке с обязательством последнего выплаты этого вклада и процентов по нему через установленный срок. Эта бумага долговая, как правило, документарная, негосударственная, на предъявителя, срочная. Попыт отдельных предприятий показывает, что одним из наиболее привлекательных инструментов в ситуации финансовой нестабильности может служить *вексель*.

Как финансовый инструмент вексель представляет собой ценную бумагу, удостоверяющую безусловное денежное обязательство векселедателя уплатить по наступлению срока определенную сумму денег владельцу векселя. Как письменное долговое обязательство строго установленной формы вексель дает

<sup>1</sup> Э м и т е н т — юридическое лицо, осуществляющее выпуск облигаций (эмиссию).

его владельцу беспорное право по истечении срока обязательства требовать от должника или акцептанта уплаты обозначенной на векселе денежной суммы.

В коммерческой практике вексель может использоваться для отсрочки или рассрочки платежа и служит по существу формой коммерческого (товарного) кредитования покупателя продавцом.

Простые векселя выписываются должником и выражают обязательство уплатить в назначенный срок определенную сумму (рис. 5.28).

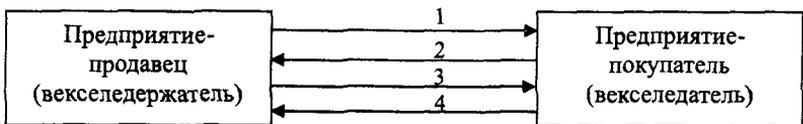
Переводные векселя выписываются кредитором, имеют форму приказа, обращенного к должнику, уплатить в назначенный срок определенную сумму ему, кредитору, или какому-либо иному лицу по указанию кредитора. При совершении товарного обмена используются переводные векселя.

Вексель предъявляется к оплате в день наступления срока платежа. В случае отказа должника в уплате или невозможности уплатить по векселю для осуществления векселедержателем принадлежащих ему прав достаточно предъявления судебного определения об объявлении несостоятельности.

Вексель, таким образом, является документом, обеспечивающим платеж определенной суммы в определенное время. Для участников одной логистической цепи вексель служит простым и надежным способом возврата долга. Более того, при наличии встречных интересов по поставке товаров использование векселей не исключает возможности развития безденежной формы расчетов, когда по завершении оборота вексель в конечной операции товарного обмена возвращается к векселедателю — это своего рода зачет, но совершаемый на цивилизованной рыночной основе. В основе этого процесса, характерного для переводных векселей, лежит индоссамент — совершение передаточной надписи, согласно которой право требовать уплаты по векселю переходит к новому лицу.

По общим правилам индоссамент может быть совершен в пользу плательщика независимо от того, акцептовал он вексель или нет, векселедателя, какого-либо другого обязанного по векселю лица.

Ускорению оборота средств способствует учет (дисконтирование) векселей в банках. При этом векселедержатель посредством индоссамента передает (про-



- 1 — движение продукции (материальный поток);
- 2 — покупатель выдает вексель продавцу;
- 3 — продавец предъявляет вексель к оплате в установленный срок;
- 4 — покупатель оплачивает поставленный товар («гасит» вексель).

Рис. 5.28. Схема потоковых процессов при использовании простого векселя

дает) вексель банку до наступления срока платежа, получая вексельную сумму за вычетом учетного процента называемого дисконтом в пользу банка.

Основные преимущества векселей заключаются в следующем:

- простота в расчетах, что способствует ускорению оборота денежных средств;

- одновременно с платежной функцией вексель выполняет функции эффективного средства обеспечения исполнения обязательства по оплате.

Кроме того, поставщик может осуществлять с векселем различные операции:

- продать банку (принять векселя банком к учету);
- до срока платежа по векселю поручить банку вести учет срока платежа по векселю и при необходимости совершить от имени поставщика протест в неплатеже (инкассирование векселя банком);
- получить ссуду в банке по специальному ссудному счету, обеспеченному векселем.

Однако внедрение в практику расчетов векселей не снижает остроты поиска реальных денежных ресурсов для предприятий. Частным случаем решения этой проблемы является *управление кредиторской и дебиторской задолженностями предприятия*, например, посредством факторинга.

Ускорению взаимных платежей и оборачиваемости денежных средств способствует *факторинг*. Он нередко имеет преимущества и перед банковским, и перед коммерческим кредитом. В первом случае факторинг позволяет быстрее привлекать банковские ссуды, во втором — обеспечивает оперативное инкассирование долгов в ситуации, когда вексельная форма расчетов не гарантирует своевременного погашения дебитором своих обязательств.

Факторинг представляет собой финансово-посредническую операцию, состоящую в уступке поставщиком финансовому посреднику (фактор-банку или специализированной фактор-фирме) своих прав по требованию от покупателей оплаты поставленной им продукции (услуг, работ).

Факторинговые операции совершаются на основе факторингового соглашения, по которому поставщик товара обязуется передавать фактору имеющиеся права требования для получения платежей, а фактор обязуется немедленно выплачивать поставщику денежные суммы по полученным от него документам, предоставляя гарантию перечисления соответствующих сумм независимо от результатов их взыскания с должника, т. е. клиента. Таким образом, в экономическом плане факторинг представляет собой покупку долгов финансовым посредником с немедленной их оплатой поставщику. Соглашением ограничивается общая сумма, в пределах которой фактор обязуется принимать поручения поставщика на получение средств с клиентов, и период проведения таких операций.

Для поставщика выгода от совершения расчетной операции по факторингу заключается в следующем:

- использование услуг фактора обеспечивает быстрое получение платежа;

— оно обеспечивает гарантированное получение платежа, снимает риски потерь из-за неплатежеспособности клиентов, несвоевременной оплаты товаров и услуг;

— помимо финансовых факторы выполняют широкий спектр других услуг, освобождая от необходимости обращаться к специализированным организациям, в частности предоставляют информацию о финансовом положении возможных партнеров, их платежеспособности, сообщают маркетинговую информацию о состоянии спроса на товарных рынках, конкурентах, проводят рекламные кампании, подыскивают агентов, принимают на себя ведение судебных дел и т. п.

В России используются следующие виды факторинговых услуг:

- поставщикам по погашению дебиторской задолженности покупателей;
- поставщикам по немедленной оплате отгруженной ими продукции;
- форфейтинговые услуги, которыми пользуются в основном экспортеры

при реализации продукции на внешнем рынке.

Продажа дебиторской задолженности может осуществляться поставщиком в двух формах: без регресса (право обратного выкупа) и с регрессом. При продаже без регресса финансовый посредник берет на себя риск неплатежа, возникающий при отказе плательщика вынудить свои обязательства. Эта операция — продажа в полном смысле слова, так как здесь передаются и право требования долга, и риск, и выгоды.

В ситуации факторингового соглашения с правом регресса поставщик гарантирует посреднику вернуть деньги, если покупатель не сможет или откажется произвести платеж. Такие соглашения заключаются в случаях, когда банк или фактор-фирма не уверены в платежеспособности контрагентов своих клиентов. Они являются наиболее распространенными на факторинговом рынке РФ. В состав дебиторской задолженности покупателей обычно включаются продажная стоимость реализуемой продукции, балансовая стоимость многооборотной или одноразовой тары и сумма текущих расходов, подлежащих возмещению.

Существенным условием в факторинге является комиссионное вознаграждение, уплачиваемое финансовому посреднику. Оно включает плату за обслуживание и за предоставленные в кредит средства. Плата за обслуживание присутствует при всех операциях; плата за полученные в кредит средства — при факторинге с регрессом.

Плата за обслуживание представляет собой плату за страхование предприятия от сомнительных долгов. Она определяется по следующей формуле:

$$P_0 = \frac{СД \times C_0}{100}, \quad (5.18)$$

где  $P_0$  — плата за обслуживание клиента, руб.;

$СД$  — сумма долга, руб.;

$C_0$  — процентная ставка платы за обслуживание, %.

Ставка платы за обслуживание устанавливается в зависимости от масштаба деятельности предприятия, а также от степени его ликвидности. Расчет производится по формуле

$$C_o = \frac{C \times T}{360}, \quad (5.19)$$

где  $C_o$  — годовая ставка рефинансирования, установленная ЦБ РФ на момент заключения сделки, %;

$T$  — средний срок оборачиваемости дебиторской задолженности покупателей, дни.

Плата за полученные в кредит средства является вознаграждением за пользование факторинговым кредитом в период между продажей дебиторской задолженности с регрессом финансовому посреднику и взысканием ее с покупателя. Процентная ставка этой платы соответствует ставке процента, взимаемого коммерческим банком при предоставлении предприятиям ссуд на закупку товарно-материальных ценностей.

Варианты комбинации различных форм расчетов за поставленные товары (ценности), естественно, не исчерпываются только первичными финансовыми инструментами. Возможны и другие способы обеспечения финансового обслуживания потоковых процессов, например, опционы, фьючерсы и форвардные контракты.

*Опцион* — это контракт, предоставляющий покупателю право купить (опцион «колл») или продать (опцион «пут») определенное количество базисного актива по фиксированной в момент его заключения цене, которая называется исполнительной ценой, или ценой «страйк». Данное право реализуется либо на определенную дату, и тогда опцион называется европейским, либо в течение определенного срока, тогда это американский опцион. Следует заметить, что право предоставляется только покупателю опциона. Продавец же (иначе он называется надписателем, или райтером) обязан поставить базисный актив в установленные сроки по исполнительной цене. Поэтому купить опцион «колл» — не то же самое, что продать «пут». Владелец опциона, не воспользовавшийся предоставленным ему правом в течение срока исполнения, теряет это право, а вместе с ним и цену (или премию), которая была уплачена райтеру при покупке контракта.

*Форвард* — это внебиржевой контракт о будущей поставке товара по фиксированной цене. Заключение форвардного контракта представляет собой твердую сделку, налагающую обязательства на покупателя и продавца. Продавец контракта обязуется поставить базисный актив в определенный момент времени, покупатель обязан купить базисный актив по установленной цене. Соответственно продавец оказывается в выигрыше, если цена базисного актива упадет, покупатель — если цена базисного актива поднимется. Сделки заключаются через внебиржевых посредников, которые накапливают информацию от различных клиентов по котировкам и условиям контрактов. Сторона, заключившая контракт, позиция которой оказалась убыточной на момент его исполнения, перечисляет сумму проигрыша на счет контрагента, позиция которого по данному контракту оказалась выигрышной.

*Фьючерс* — это также соглашение о поставке предмета контракта по фиксированной цене в определенный момент в будущем, однако в отличие от форварда он заключается на бирже и имеет стандартный размер. Главное преимущество

фьючерса перед форвардом состоит в том, что его исполнение гарантируется Расчетной палатой биржи (самостоятельным юридическим лицом, отвечающим за ведение клиринговых счетов, сбор и хранение гарантийных взносов, соблюдение правил поставки и расчетов на бирже). При существенном отклонении текущей цены от цены, зафиксированной в форвардном контракте, у проигравшей стороны может возникнуть желание не выполнить его условия. Максимум, чем рискует нарушитель условий контракта, — возможность попасть в черный список внебиржевого посредника.

В отличие от рынка форвардных контрактов на рынке фьючерсов расчет между сторонами сделки производится в конце каждого дня, а не только в момент исполнения контракта, и со счетов проигравших на счет выигравших участников поступает соответствующая сумма средств. Кроме того, ежедневно определяется минимальное сальдо счета — сумма начального, дополнительного и чрезвычайного залога, иногда называемое *maintenance level* на англо-американский манер. Сальдо счета участника рынка на конец дня должно быть не ниже этого предела. Если позиции участника не будут подкреплены необходимыми залоговыми средствами и образовавшаяся задолженность не будет погашена в установленные сроки, то эти позиции принудительно закрываются.

Таким образом, с инвестиционной точки зрения фьючерсный контракт гораздо более ликвиден, чем форвардный, так как стандартизован по срокам, размерам, более отработана технология торговли и требования к участникам, и, кроме того, он более надежен, так как подкреплен солидными гарантиями исполнения. Поэтому фьючерсные контракты более популярны и их совокупный объем превышает соответствующий показатель по форвардам, по оценкам, не менее чем в 10 раз. Будучи ликвидным, он может быть аннулирован в любое время с помощью офсетной (обратной) сделки, и, таким образом, для того чтобы хеджировать риск краткосрочного нежелательного изменения цены базисного актива, не обязательно дожидаться срока исполнения контракта.

Несмотря на то что в течение последнего времени в промышленности продолжается сокращение доли неденежных форм расчетов, проблема их учета остается актуальной для многих предприятий.

Также реальную помощь в решении проблемы синхронизации финансовых и материальных потоков может оказать научный инструментарий логистики.

Таким образом, основной задачей управления в финансовом обслуживании процессов снабжения, производства и сбыта в рамках логической деятельности является преодоление временного разрыва между приходом и расходом денежных средств. Чтобы определить потребность в финансовых ресурсах, необходимо, во-первых, знать длительность плановых периодов (они устанавливаются в процессе интегрированного планирования цепей поставок (см. главу 3 части 3)) и, во-вторых, выявить моменты времени, важные для поддержания непрерывности воспроизводственного процесса в целом. К их числу, в частности, относятся:

- моменты времени, до наступления которых все производственные ресурсы должны быть закуплены и подготовлены к применению;
- моменты времени поставки готовой продукции на склад;

- моменты времени, не позже которых продукция или услуги должны быть реализованы.

Обеспечение потребности в финансовых ресурсах является одним из важнейших условий эффективного управления финансовыми потоками в логистической системе. В решении этой проблемы, смежной с проблемой синхронизации потоков, объективно возможно использование потенциала логистики снабжения, если финансовому обслуживанию подлежит входной материальный поток, и распределительной логистики, если финансовому обслуживанию подлежит выходной материальный поток.

### **5.6. Оценка эффективности логистических систем на основе финансово-экономических показателей**

Эффективность как экономическая категория характеризуется отношением полезного результата (эффекта) к затратам на его получение. Она представляет собой итоговый качественный и (или) количественный показатель развития. Эффективно все то, что в наибольшей степени способствует скорейшему достижению экономических задач и обеспечивает оптимальные темпы роста.

Эффективность также имеет количественные показатели, позволяющие определить величину эффекта и выбрать лучшие варианты решения экономических проблем. Стоимостные количественные показатели применяются для установления общих объемов эффекта и соизмерения различных конкретных видов затрат и результатов.

Оптимальное соотношение эффекта и затрат обеспечивает правильный выбор направления развития<sup>1</sup>. В этом случае достигается максимальный эффект, который возможно получить от рационального использования имеющихся ресурсов. При этом необходима точная формулировка оптимизационных задач, в частности, должно быть указано, в течение какого времени оптимум должен быть достигнут (например, на конец планируемого периода, или в сумме за все эти годы, или в течение ближайшего года). Фактор времени непосредственно отражается в целевой функции. От последней зависит величина затрат, требуемых для реализации оптимального плана. Наименьших затрат требует достижение оптимальных величин к концу расчетного периода, наибольших — получение их в каждом данном году. По мере роста производства открывается все больше возможностей достигать оптимума в течение все менее продолжительного времени.

Фокус логистической системы направлен на потенциальную синергию<sup>2</sup> организационных единиц, систем и концепций. Логистика определяет стратеги-

<sup>1</sup> См.: Федоров Л. С. Максимальный эффект при минимуме затрат. Логистическая стратегия управления материальными ресурсами в странах с развитой рыночной экономикой // РИСК. 1994. № 1–2.

<sup>2</sup> Синергия логистическая — эффект взаимного усиления связей одной логистической системы с другой на уровне входного материального потока. Термин «синергия» (автор Г. Хакен, 1980) определяется как совместный или кооперативный эффект взаимодействия подсистем в открытых системах.

ские цели предприятия и средства их достижения. Она объединяет управление различными функциями снабжения, производства, сбыта и сервисного обслуживания. Логистическая концепция производства повышает эффективность деятельности предприятия в целом.

Широкая сфера логистических процессов непосредственно влияет на максимизацию доходов от совокупной деятельности предприятия; она также может снижать расходы на нее. Эти два ведущих направления отражаются как на финансовом результате (путем его максимизации), так и на укреплении рыночной позиции, достижении и удержании преимуществ в конкурентной борьбе. Эти цели достигаются как логистической деятельностью, так и прямым снижением затрат.

Эффективность функционирования логистических систем в общем виде сводится к достижению наибольших результатов при наименьших затратах ресурсов (материальных, финансовых, трудовых и пр.) и оценивается конкретными финансово-экономическими показателями, достигнутыми предприятием по итогам работы в данном периоде. Взаимосвязь факторов, источников и результатов функционирования логистической системы и их влияние на эффективность управления финансовыми потоками приведена на рис. 5.29. Суть данного рисунка проявляется в том, что, чем короче операционный, производственный и финансовый циклы, тем меньшими деньгами обходится предприятие в текущей деятельности и тем эффективнее оно функционирует.

Логикой вышеизложенного предопределяется целесообразность оценки эффективности логистических систем с помощью анализа финансово-экономических показателей, представленных на рис. 5.30.

### **Выручка (объем продаж)**

Выручка предприятия состоит из выручки от основной деятельности данного предприятия и выручки, полученной от продажи (ликвидации) имущества логистической системы, от операций на рынке ценных бумаг, от операций с иностранной валютой и т. д.

### **Прибыльность**

В условиях рыночной экономики в качестве основного конечного экономического результата выступает, как правило, показатель прибыли предприятия от реализации продукции.

Механизм управления финансовыми потоками строится с учетом тесной взаимосвязи этого показателя с показателями выручки (объема реализации продукции), затрат и прибыли предприятия. Система этой взаимосвязи, получившая название модель «затраты — объем продаж — прибыль», позволяет выделить роль отдельных факторов в формировании финансовых потоков и обеспечить эффективное управление процессом их формирования в логистических системах.

Маржинальная прибыль ( $ПП_M$ ) (или предельно возможная) прибыль определяется как разница выручки и прямых переменных затрат.

Прибыль от основной деятельности предприятия ( $\Pi_{\text{ол}}$ ) определяется как разница выручки и полных затрат на основную деятельность, прямых и накладных.

Прибыль от реализации продукции за вычетом налогов, платежей и отчислений — это чистая прибыль (ЧП).

Единовременные затраты, обеспечивающие эти результаты, относятся к капитальным вложениям, т. е. к инвестициям — финансовым ресурсам, направляемым на капитальные вложения.

Следовательно, экономическая эффективность, когда речь идет об эффективности мероприятий, направленных на повышение рентабельности функционирования логистических систем, определяется как отношение чистой прибыли к единовременным затратам, называемым капитальными вложениями (К):

$$\mathcal{E}\Phi_{\text{кв}} = \text{ПР}_{\text{ч}} : \text{К}, \quad (5.20)$$

где  $\mathcal{E}\Phi_{\text{кв}}$  — экономическая эффективность капитальных вложений.

При определении экономической эффективности функционирования логистических систем ( $\mathcal{E}\Phi_{\text{дс}}$ ) чистая прибыль формируется с использованием всех трех элементов производства (предметов труда, средств труда и самого труда),

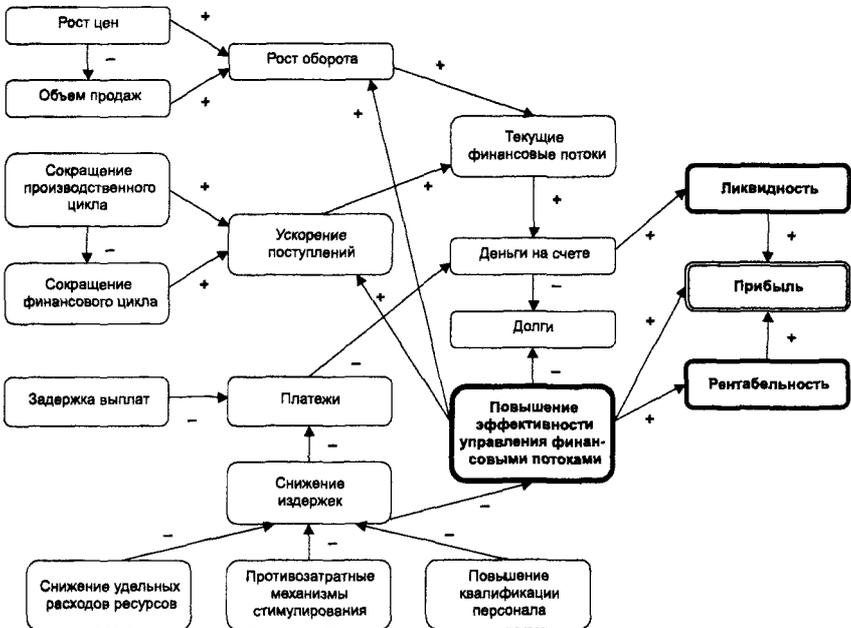


Рис. 5.29. Взаимосвязь факторов, источников и результатов функционирования логистической системы и их влияние на эффективность управления финансовыми потоками

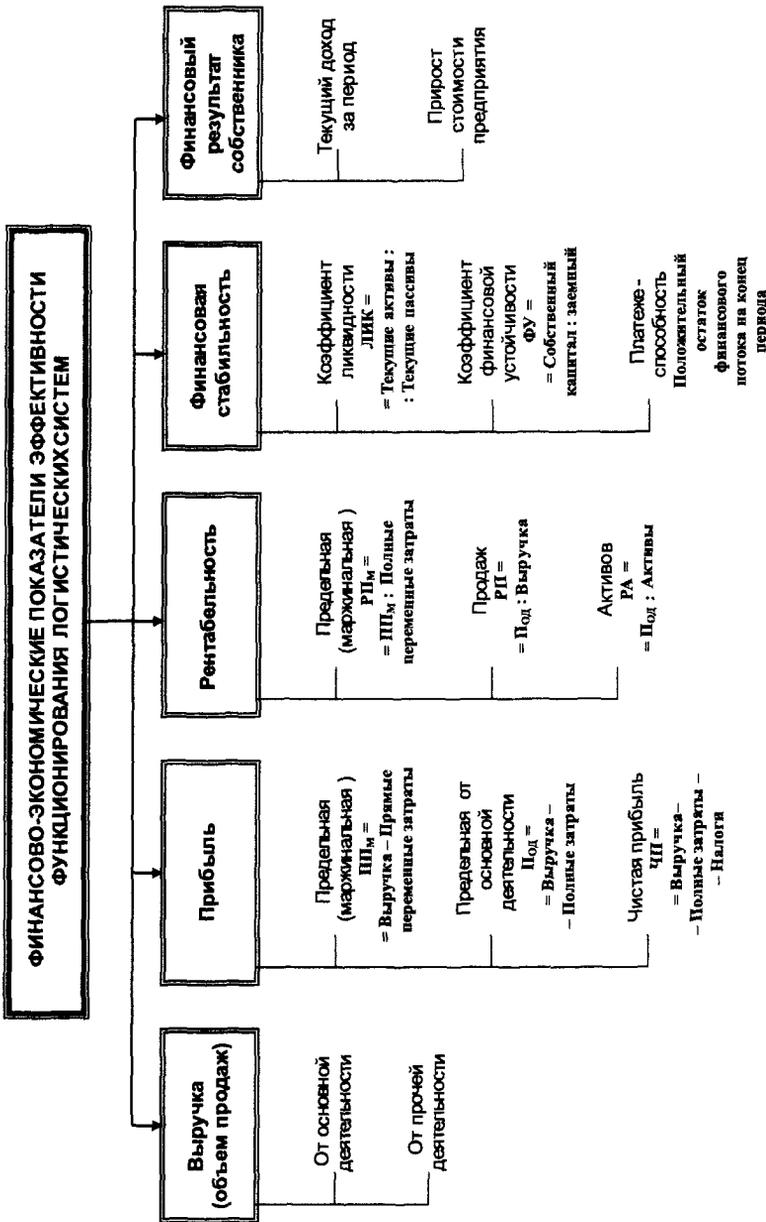


Рис. 5.30. Оценка эффективности функционирования логистических систем на основе анализа финансово-экономических показателей

т. е. всех ресурсов производства (материальных и приравненных к ним ресурсов, основных производственных фондов и трудовых ресурсов).

В систему показателей оценки эффективности использования материальных ресурсов в логистической системе входят затраты материальных и приравненных к ним ресурсов на единицу продукции (на 1 рубль товарной продукции).

Снижение материалоемкости, фондоемкости и трудоемкости продукции приводит к снижению себестоимости продукции, а следовательно, к увеличению прибыли; если в это же время происходит увеличение в пределах рыночного спроса физического объема выпуска и реализации продукции и обеспечивает повышение качества и оптимизация договорной цены, то данные факторы следующим образом повлияют на прибыль от реализации:

$$\Delta \text{ПР} = \sum_{i=1}^n \left[ (C_{\text{ДП}i} - C_{\text{П}i}) - (C_{\text{ДД}i} - C_{\text{Д}i}) \right] \times (\text{П}_{\text{ФП}i} + \Delta \text{П}_{\text{ФП}i}), \quad (5.21)$$

где  $\text{П}_{\text{ФП}i}$  — увеличение объема (суммы) прибыли по сравнению с прибылью, принятой за базу;

$C_{\text{ДД}i}$  и  $C_{\text{ДП}i}$  — договорная цена  $i$ -го изделия до и после осуществления мероприятия по снижению себестоимости продукции;

$C_{\text{Д}i}$  и  $C_{\text{П}i}$  — полная себестоимость  $i$ -го изделия до и после осуществления мероприятия по снижению себестоимости продукции;

$\text{П}_{\text{ФП}i}$  — фактический объем выпуска и реализации  $i$ -го изделия в базовом периоде;

$\Delta \text{П}_{\text{ФП}i}$  — прирост фактического объема выпуска и реализации  $i$ -го изделия в расчетный период.

Эффективность логистической системы предприятия по этим показателям достигается путем максимизации результатов труда (максимум продукции при неизменном расходе ресурсов), минимизации ресурсов (минимум ресурсов при неизменном объеме производства) и оптимизации результатов, когда обеспечивается максимизация объема реализации конкурентоспособной продукции и прибыли при минимизации текущих и одновременных затрат.

### Рентабельность

Для предприятий и организаций, внедривших логистические процессы без дополнительных инвестиций, используются три наиболее важнейших критерия финансового состояния: рентабельность, ликвидность (краткосрочной платежеспособности) и оборот товарно-материальных запасов с установлением влияния логистических технологий на эти экономические показатели.

Маржинальная рентабельность ( $\text{РП}_M$ ) (или предельно возможная) определяется как отношение маржинальной прибыли к полным переменным затратам.

Рентабельность продаж ( $\text{РП}$ ) определяется как отношение маржинальной прибыли к выручке ( $\text{ВР}$ ) (или объему реализации продукции). Снижение показателя рентабельности продаж говорит о снижении эффективности функционирования предприятия вследствие снижения спроса на его продукцию.

Рентабельность активов ( $\text{РА}$ ) определяется как прибыль от операционной деятельности предприятия ( $\text{П}_{\text{ОД}}$ ), деленная на сумму активов логистической

системы (А), и показывает насколько эффективно предприятие использует свое имущество. Экономический смысл данного финансово-экономического показателя наглядно демонстрирует формула Дюпона:

$$РА = РП \times K_{ТА} = \frac{П_{од}}{ВР} \times \frac{ВР}{А} = \frac{(ВР - И)}{ВР} \times \frac{ВР}{А_{об} + А_{внеоб}}, \quad (5.22)$$

где РА — рентабельность активов, посчитанная по прибыли до вычета процентов и налогов, в год;

РП — рентабельность продаж, в год;

$K_{ТА}$  — коэффициент трансформации активов (коэффициент ресурсотдачи), определяемый как отношение выручки (ВР) к активам (А), в год;

$П_{од}$  — прибыль от основной деятельности предприятия до вычета процентов и налогов, руб./год; А — активы, руб.;

ВР — выручка от реализации продукции, руб./год; И — издержки, руб./год;

$A_{об}$  и  $A_{внеоб}$  — оборотные и внеоборотные активы соответственно, руб.

### Пример

Предположим, что целью управления логистической системой является обеспечение рентабельности активов на уровне  $РА = 0,25$  в год. В ее распоряжении имеются активы, равные  $A = 3500$  тыс. руб. Выпускаемая продукция обеспечивает рентабельность продаж в размере  $РП = 0,12$  в год. Определить необходимые объемы выручки от реализации, прибыли от основной деятельности и предельный уровень издержек предприятия, при которых можно будет достичь требуемого уровня рентабельности активов.

**Решение** показано цифрами на рисунке 14 и получено следующим образом.

1. На основании формулы Дюпона по заданным показателям рентабельности активов (РА) и рентабельности продаж (РП) рассчитаем коэффициент трансформации активов ( $K_{ТА}$ ):

$$K_{ТА} = \frac{РА}{РП} = \frac{0,25}{0,12} = 2,1 \text{ (в год)}.$$

2. Далее рассчитаем необходимый объем выручки от реализации продукции (ВР):

$$ВР = А \times K_{ТА} = 3500 \times 2,1 = 7350 \text{ (тыс. руб. / год)}.$$

3. Зная необходимый объем выручки от реализации и рентабельность продаж, рассчитаем нужную прибыль от основной деятельности ( $П_{од}$ ):

$$П_{од} = ВР \times РП = 7350 \times 0,12 = 882 \text{ (тыс. руб. / год)}.$$

4. Определим предельную величину издержек (И):

$$И = ВР - П = 7350 - 882 = 6468 \text{ (тыс. руб. / год)}.$$

Основными финансово-экономическими параметрами логистической системы, обеспечивающими рентабельность активов на уровне  $0,25$  в год, явля-

ются следующие: выручка от реализации должна быть равна 7350 тыс. руб./год, прибыль от основной деятельности — 882 тыс. руб./год и предельная величина издержек — 6468 тыс. руб./год.

Отметим, что анализ финансово-экономических показателей логистической системы, влияющих на уровень ее рентабельности, можно продолжать и дальше. Для этого нужно продлить влево (рис. 5.31) логическую взаимосвязь факторов последнего, третьего, слоя с влияющими на них факторов четвертого слоя и т. д.

Размер оборотных и внеоборотных активов в примере не установлен, так как исходных данных для этого не достаточно — нужно ввести в рассмотрение дополнительные величины, характеризующие специфику производства.

Рентабельность продаж была взята на уровне 12%, что отражало специфику продукции. Заметим, что эта величина весьма изменчива и зависит не только от отрасли, но и от особенностей конкретной продукции. Так, в сегменте розничной торговли магазины, специализирующиеся на реализации товаров народного потребления, имеют, как правило, низкий уровень рентабельности выручки ( $\approx 0,03-0,05$ ), но высокий коэффициент трансформации активов ( $\approx 5-10$  в год), а предприятия, специализирующиеся на производстве дорогостоящей компьютерной техники, напротив, имеют высокую рентабельность продаж ( $\approx 0,2-0,4$ ), но низкий коэффициент трансформации активов ( $\approx 1,5-3$  в год).

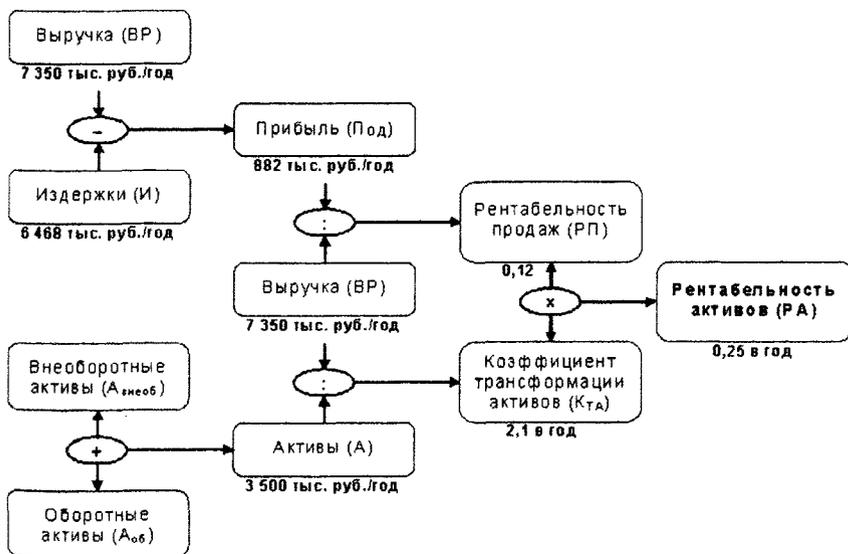


Рис. 5.31. Схема расчета влияния различных факторов логистической системы на рентабельность активов

### Финансовая стабильность

Показатели финансовой стабильности рассчитываются и анализируются для исследования изменения финансового положения логистической системы.

Расчет коэффициента ликвидности позволяет оценить кредитоспособность предприятия, т. е. его способность рассчитываться по своим обязательствам. Ликвидность определяется покрытием обязательств предприятия его активами, срок превращения которых в деньги соответствует сроку погашения обязательств.

Коэффициент ликвидности (ЛИК) определяется как частное от деления общей величины текущих активов к текущим пассивам.

Коэффициент финансовой устойчивости (ФУ) рассчитывается как отношение собственного капитала к заемному и показывает достаточность собственных средств предприятия для покрытия своих обязательств.

Внешним проявлением финансовой устойчивости любого предприятия является платежеспособность, т. е. способность предприятия обеспечивать собственными и заемными источниками платежи по основным и оборотным производственным фондам для непрерывного процесса производства. Платежеспособность определяется степенью обеспеченности запасов и затрат источниками формирования, т. е. положительным остатком финансового потока на конец любого периода.

### Финансовый результат собственника

Финансовый результат каждый собственник предприятия определяет для себя сам. Например, финансовым результатом может быть увеличение маржинальной прибыли или достижение определенной суммы прибыли всего предприятия в целом и т. д. Тогда во втором примере финансовый результат будет фиксирован, но значения остальных рассмотренных выше критериев всегда определяются по заданным формулам. Но чаще всего собственника предприятия интересует конкретный доход его предприятия за текущий период и рост этого показателя по сравнению с прошлыми периодами, а также прирост стоимости всего предприятия в целом.

Прирост стоимости предприятия показывает, насколько возросла или может возрасти (после достижения запланированных бюджетных результатов) стоимость предприятия по истечении данного периода времени, т. е. показывает увеличение инвестиционной привлекательности предприятия. Подробнее об оценке рентабельности собственного капитала см. п. 5.4 данной главы.

На связь логистики с повышением стоимости предприятия для собственника (акционеров) обратил внимание известный британский специалист в области логистики М. Кристофер<sup>1</sup>. В своем труде он, отталкиваясь от концепции экономической добавленной стоимости (Economic Value Added — EVA), представляемой в виде разницы прибыли от основной деятельности предприятия после налого-

<sup>1</sup> См.: Christopher M. Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service, ed. II. UK.: Financial Times-Pitman Publishing. London, 1998.

обложения и стоимости привлеченного капитала, предложил формулу рыночной добавленной стоимости (Market Value Added — MVA), которая в простейшем виде выглядит как суммарная стоимость акций предприятия за вычетом балансовой стоимости привлеченного капитала.

Также оценка стоимости предприятия может быть сделана и по другим методикам, и с использованием различным показателей. Выбор того или иного показателя, методики оценки и того, кто будет производить данную оценку, зависит, прежде всего, от целей ее проведения (например, проведение оценки стоимости предприятия с целью получения большого объема кредитных ресурсов, с целью продажи предприятия и т. д.).

Оценка текущей и прогнозной стоимости предприятия может производиться как сотрудниками самого предприятия, так и независимыми экспертами-оценщиками, имеющими профессиональный сертификат на право ведения данного вида деятельности.

В целом, помимо существования множества важных связей между эффективностью логистических процессов и стоимостью фирмы для собственника (акционеров), следует обратить внимание на влияние логистики не только на более быстрое формирование операционной прибыли предприятия, но и на продуктивность ресурсов-активов за счет ускорения их оборачиваемости и благодаря этому увеличение объемов собственных и привлеченных капиталов.

### 5.7. Оценка эффективности инвестиций в логистические проекты

Инвестиционная деятельность представляет собой один из наиболее важных аспектов функционирования и развития логистических систем. Причинами, обуславливающими потребность в инвестициях, являются необходимость модернизации существующей производственной базы в связи с переходом на новые ресурсосберегающие технологии, наращивание объемов производства, а также выпуск новой клиентоориентированной продукции, расширение рынка сбыта и др.

Значение экономического анализа для планирования и осуществления инвестиций в развитие логистических систем трудно переоценить. При этом особую важность имеет предварительный анализ, который проводится на стадии разработки логистических проектов и способствует принятию разумных и обоснованных управленческих решений.

**Логистический инвестиционный проект** — обоснование экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений в создание или развитие различных звеньев логистической системы или в логистическую систему в целом.

Степень ответственности за принятие решения по финансированию логистического проекта в рамках того или иного направления различна. Нередко решения должны приниматься в условиях, когда имеется ряд альтернативных или взаимно независимых логистических проектов, например при ограниченных финансовых возможностях системы и необходимости

одновременной модернизации складской, производственной и транспортной подсистем. В этом случае необходимо сделать выбор одного или нескольких проектов, основываясь на каких-то четко определенных критериях. Очевидно, что таких критериев может быть несколько, а вероятность того, что какой-то один проект будет предпочтительнее других по всем критериям, как правило, значительно меньше единицы.

Принятие решений инвестиционного характера, как и любой другой вид управленческой деятельности, основывается на использовании различных формализованных и неформализованных методов. Степень их сочетания определяется разными обстоятельствами, в том числе и тем, насколько конкретный специалист, занимающийся оценкой инвестиций, знаком с имеющимся аппаратом, применимым в том или ином конкретном случае.

На сегодняшний день при принятии решения о финансировании инвестиций в развитие промышленных предприятий законодательством РФ рекомендуется проводить анализ и оценку инвестиционных решений на основе разработанных и утвержденных в 1994 г., а в 1999 г. усовершенствованных «Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов», утвержденных Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике 21 июня 1999 г. № ВК 477 [1], которые представляют собой упрощенную версию методики ЮНИДО<sup>1</sup>.

Совокупность методов, применяемых для оценки эффективности инвестиционных проектов развития логистических систем, можно разбить на две основные группы: динамические (учитывающие фактор времени) и статические (учетные). Классификация рекомендуемых к применению на практике методов, согласно выделенным признакам, приведена на рис. 5.32.

*Динамические методы* — это методы, в которых денежные потоки, обусловленные реализацией инвестиционного проекта, приводятся к сопоставимому виду с помощью дисконтирования (определения современной величины будущей стоимости денег), обеспечивая тем самым учет неравноценности денежных потоков во времени.

Поступления и выплаты денежных средств оцениваются по-разному в зависимости от времени их осуществления. Например, чем раньше поступили деньги на предприятие, тем выше их стоимость. Ценность поступления или выплаты денег зависит, таким образом, не только от их номинальной величины, но и от момента их осуществления. Поступления и выплаты, следовавшие в течение срока службы объекта инвестирования одни за другими, можно сравнивать

<sup>1</sup> ЮНИДО — Международная специализированная организация ООН по промышленному развитию (UNIDO — United Nations Industrial Development Organization). Методика ЮНИДО впервые была опубликована в 1978 г., а затем постоянно совершенствовалась и стала принятым во многих странах мира руководством по оценке эффективности инвестиций и универсальным средством общения между инициаторами проекта и его потенциальными инвесторами.



Рис. 5.32. Методы оценки эффективности инвестиций в логистические проекты

только в том случае, когда они приведены к одному моменту времени (дисконтированы). Как правило, моментом приведения является начало осуществления инвестиционного проекта.

Расчет нормы коммерческого дисконта ( $E$ ) с помощью *кумулятивного метода* осуществляется по формуле:

$$E = r + s + \sum_{i=1}^n g_i, \quad (5.23)$$

где  $r$  — реальная (без учета компенсации за инфляцию) безрисковая ставка ссудного процента (ставка альтернативного вложения);  
 $s$  — инфляционное ожидание за период  $t$ , рассчитанное как среднее за расчетный период проекта;  
 $g_i$  — премия за риск по каждому  $i$ -му фактору реализации проекта;  
 $n$  — количество факторов риска.

Безрисковая коммерческая ставка ссудного процента, используемая для оценки коммерческой эффективности логистического проекта в целом, назначается инвестором самостоятельно и может устанавливаться в соответствии с требованиями к минимально допустимой будущей доходности вкладываемых средств, определяемой в зависимости от депозитных ставок банков первой категории надежности (после исключения инфляции).

Значения факторов риска определяют, как правило, экспертными или любыми другими методами.

Премия за риск конкретного проекта, как правило, рекомендуется осуществлять на основе использования табл. 5.13.

Таблица 5.13

## Влияние отдельных факторов на величину премии за риск

Факторы и их градации	Прирост премии за риск, %
1. Необходимость проведения НИОКР с заранее неизвестными результатами силами специализированных научно-исследовательских и/или проектных организаций: • продолжительность НИОКР менее 1 года; • продолжительность НИОКР свыше 1 года: а) НИОКР выполняется силами одной специализированной организации; б) НИОКР носит комплексный характер и выполняется силами нескольких специализированных организаций	3–6 7–15 11–20
2. Новизна применяемой технологии: • традиционная технология; • новая технология, требующая применения ресурсов, имеющихся на свободном рынке; • новая технология, требующая в отличие от существующей применения монополизированных ресурсов; • новая технология, исключающая в отличие от существующей применение монополизированных ресурсов	0 2–4 5–10 1–3
3. Неопределенность спроса и цен на производимую продукцию: • существующую; • новую	0–5 5–10
4. Нестабильность (цикличность, сезонность) производства и спроса на продукцию	0–3
5. Неопределенность внешней среды при реализации проекта (горно-геологические, климатические и иные природные условия, агрессивность внешней среды и т. п.)	0–5
6. Неопределенность процесса освоения применяемой техники или технологии	0–4

Также каждое предприятие должно определять норму дисконта с учетом особенностей производства, используемой технологии, макроэкономического окружения, степени конкурентности рынка и других условий, которые могут повлиять на успех реализации логистического проекта.

С помощью дисконтирования определение современной (приведенной) стоимости денежного потока ( $PV$ ) оценивается по формуле

$$PV = FV \times \alpha_t, \quad (5.24)$$

где  $PV$  — современная (текущая) стоимость (величина) капитала, т. е. с позиции исходного периода, когда оценивается будущая доходность логистического проекта;  
 $FV$  — будущая стоимость (величина) капитала, т. е. размер эффекта от вложения капитала к концу  $t$ -го периода времени с момента начала реализации логистического проекта;  
 $\alpha_t$  — коэффициент дисконтирования, рассчитываемый по формуле

$$\alpha_t = \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (5.25)$$

где  $E$  — норма дисконта, выражаемая в долях единиц или в процентах в год;  
 $t$  — фактор времени (число лет или количество оборотов капитала).

При помощи динамических методов оценки инвестиций можно оценивать привлекательность объекта инвестирования в течение всего его жизненного цикла вплоть до момента окончания его срока службы (ликвидации) или реализации (продажи по остаточной стоимости).

Из динамических методов оценки логистических проектов при оценке их экономической эффективности рекомендуется использовать следующие методы (рис. 1): метод расчета индекса доходности инвестиций, метод расчета чистой текущей стоимости (ЧТС), метод расчета внутренней нормы доходности (ВНД) и дисконтированного срока окупаемости.

#### *Пример оценки логистического проекта*

С целью повышения объемов продаж торговая компания решила построить собственный складской комплекс.

Стоимость строительства складского комплекса — 12,5 млн долл. США, стоимость дополнительного оборудования и его монтаж — 0,5 млн долл., продолжительность предрабочего периода (включая строительство, монтаж и отладку оборудования, обучение персонала) — 1 год.

Среднегодовой объем продаж складского комплекса оценивается в 25 млн долл. в год, текущие затраты — 19 млн долл. в год, в том числе амортизация — 1,3 млн долл. в год. В первый год работы складского комплекса требуется дополнительно инвестировать 1 млн долл. в организацию снабжения, отладку работы информационной системы склада, построение системы менеджмента качества и прочие расходы.

Норма дисконта принята на уровне 25%. Прибыль проекта облагается налогом по ставке 20%. Срок работы складского комплекса оценивается в 10 лет, в течение которых оборудование полностью изнашивается, остаточная стоимость равна нулю. Общий срок жизни проекта, включая конструктивную и продуктивную стадии, равен, таким образом, 11 годам. Определить индекс доходности инвестиций, чистую текущую стоимость, внутреннюю норму доходности и дисконтированный срок окупаемости логистического проекта.

#### *5.7.1. Расчет индекса доходности и рентабельности логистического проекта*

**Индекс доходности** (соотношение затраты/выгоды) (**ИД**) — это соотношение всей суммы дисконтированных чистых доходов по проекту (**Д**) к сумме дисконтированных инвестиционных затрат (**ИЗ**):

$$\text{ИД} = \frac{\text{Д}}{\text{ИЗ}}, \quad (5.26)$$

где **Д** — сумма дисконтированных чистых доходов по проекту,

**ИЗ** — сумма дисконтированных инвестиционных затрат по проекту.

Значение показателя  $\text{ИД} > 1$  означает, что инвестиции в проект окупаются в течение срока его жизни, меньшее же значение означает, что логистический проект неэффективен и вложенные в него денежные средства в срок реализации

проекта не окупятся. Показатель, кроме того, используется для ранжирования проектов с целью формирования их рационального набора для первоочередного финансирования. Проекты в этом случае включаются в набор в порядке убывания показателя ИД в пределах бюджета, выделенного на цели проектного финансирования. Однако такой способ формирования рационального проектного набора применяется только в случае относительно мелких проектов по сравнению с общим бюджетом и может привести к возникновению нежелательных системных эффектов (например, набор проектов, сформированный таким образом, может быть недиверсифицированным).

Инвестиционные затраты в нулевом периоде (строительство складского комплекса и оплата «вперед» за монтаж и обучение): 12,5 млн долл + 0,5 млн долл. = 13 млн долл.

Инвестиционные затраты в первый год (организация снабжения, отладка работы информационной системы склада, построение системы менеджмента качества и пр.): 1 млн долл.

Таким образом, сумма дисконтированных инвестиционных затрат по проекту (ИЗ) будет равна:

$$ИЗ_{0-10} = 13 + \frac{1}{1+0,25} = 13,8 \text{ млн долл.} \quad (5.27)$$

Согласно исходным данным, поступления планируются на 1-м году реализации проекта (после окончания строительства и запуска в рабочем режиме складского комплекса). Сумма этих поступлений в год составит: (25 млн долл. – 19 млн долл.) × (1 – 0,2) + 1,3 млн долл. = 6,1 млн долл.

Следовательно, дисконтированная сумма чистых поступлений от реализации логистического проекта (Д) (начиная с первого года реализации) будет равна:

$$Д_{1-10} = \sum_{t=1}^{10} 6,1 \times \frac{1}{(1+0,25)^t} = 21,78 \text{ млн долл.} \quad (5.28)$$

В итоге индекс доходности (ИД) будет равен:

$$ИД = 21,78 : 13,8 = 1,58. \quad (5.29)$$

В нашем случае значение показателя ИД = 1,58 > 1 — это означает, что проект эффективен и вложенные в него инвестиции окупятся в течение срока его жизни.

Недостатком показателя ИД является также то, что он не учитывает объема получаемой выгоды. Если, например, нефтедобывающая компания делает выбор из двух объектов инвестирования, один из которых — уникальное по составу и качеству нефти, а второй — среднее месторождение, то выбор будет, скорее всего, в пользу уникального, даже если рентабельность инвестиций в него будет несколько ниже. Этот эффект масштаба учитывается при расчете и анализе чистой текущей стоимости.

### 5.7.2. Расчет чистой текущей стоимости

**Чистая текущая стоимость (ЧТС)** — это сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному шагу или, другими словами, разность между дисконтированными величинами поступлений  $D$  и инвестиционных затрат  $ИЗ$  по проекту.

$$ЧТС = D - ИЗ, \quad (5.30)$$

где  $D$  — сумма дисконтированных чистых доходов по проекту,

$ИЗ$  — сумма дисконтированных инвестиционных затрат по проекту.

ЧТС измеряет всю массу дохода, полученного за период осуществления проекта, в современной стоимости и отражает не только выгоду, но и масштаб. Поэтому это один из наиболее популярных в практике критериев.

Критерием экономической эффективности логистического проекта является положительное значение ЧТС.

Положительное значение ЧТС показывает также, что доходность проекта больше, чем требуемая ставка, соответствующая норме дисконта, учитывающая в своем составе уровень риска проекта.

Рассчитаем ЧТС по строительству складского комплекса торговой компании:

$$ЧТС = 21,78 - 13,8 = 7,98 \text{ млн долл.} \quad (5.31)$$

В нашем случае значение показателя ЧТС  $> 0$  — это означает, что проект эффективен и вложенные в него инвестиции окупятся в течение срока его жизни.

Таким образом, несмотря на то что проект растянут на неопределенно длительный срок, эффект, выраженный в современных деньгах, составляет вполне определенную величину — 7,98 млн долл.

Оценка эффективности инвестиций с использованием метода расчета чистой текущей стоимости применяется как для оценки отдельных логистических проектов, так и для сравнения инвестиционных альтернатив. Тогда если нужно сделать выбор из двух инвестиционных объектов, то предпочтительней будет объект с наибольшим положительным значением ЧТС.

Одним из основных факторов, определяющих величину чистой текущей стоимости проекта, является масштаб деятельности, проявляющийся в «физических» объемах инвестиций, производства или продаж. Отсюда вытекает естественное ограничение на применение данного метода для сопоставления различающихся по этой характеристике проектов: большее значение ЧТС не всегда будет соответствовать более эффективному варианту капиталовложений. Таким образом, при всех достоинствах этот критерий не позволяет сравнивать проекты с одинаковыми значениями ЧТС, но разной капиталоемкостью. В таких случаях можно использовать другие методы оценки инвестиций, например метод расчета индекса доходности инвестиций или внутренней нормы доходности.

### 5.7.3. Расчет внутренней нормы доходности

Расчет **внутренней нормы доходности (ВНД)** позволяет в рамках оценки инвестиций определить ставку нормы дисконта ( $E_{\text{ВН}}$ ), при которой ценность капитала равна нулю. Данный метод является обратным методу расчета чистой текущей стоимости (ЧТС). Он ориентирован не на определение ценности капитала инвестиций при заданной ставке нормы дисконта, а на определение внутренней нормы доходности инвестиций при заданной чистой текущей стоимости, равной нулю, что иллюстрирует рис. 5.33.

Как видно из рис. 5.33, ВНД — это та величина нормы дисконта ( $E$ ), при которой кривая изменения ЧТС пересекает горизонтальную ось, т. е. интегральный экономический эффект от вложения инвестиций оказывается равным нулю. Таким образом, расчет этого показателя позволяет инвестору логистического проекта оценить целесообразность вложения средств. Если банковская учетная ставка больше ВНД, то, по-видимому, положив деньги в банк, инвестор сможет получить большую выгоду.

То есть, исходя из вышеизложенного,  $E_{\text{ВН}}$  (ВНД) определяется из равенства:

$$\sum_{t=1}^n \frac{D_t}{(1 + E_{\text{ВН}})^t} - \sum_{t=1}^n \frac{ИЗ_t}{(1 + E_{\text{ВН}})^t} = 0, \quad (5.32)$$

где  $E_{\text{ВН}}$  — ставка нормы дисконта  $E$  (в долях), при которой дисконтированные чистые поступления от реализации логистического проекта равны инвестиционным затратам:  $D_t = ИЗ_t$ ,

Определим внутреннюю норму доходности для проекта строительства складского комплекса. Для расчетов применим метод приближительной оценки внутренней нормы доходности. Для этого проведем ряд вычислений ЧТС с постепенным увеличением нормы дисконта до тех пор, пока ЧТС не станет отрицательным.

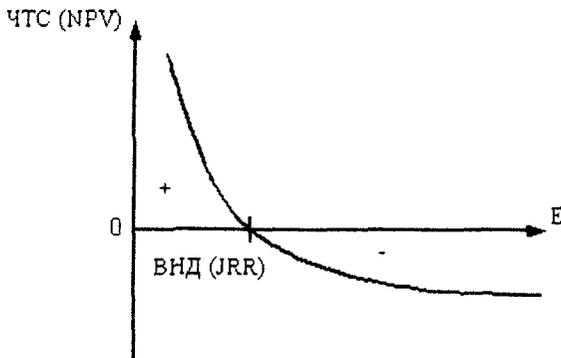


Рис. 5.33. Зависимость величины ЧТС (NPV) от уровня нормы дисконта (E)

Норма дисконта (E), %	25	30	35	40	45
ЧТС, млн долл.	7,980	5,089	2,821	1,009	-0,464

$\text{ВНД} = 40\% + [ (1,009 / (1,009 - (-0,464) ) ] \times (45\% - 40\%) = 43,42\% > 25\%$   
(норма дисконта), следовательно, проект эффективен.

Это означает, что доходность логистического проекта, выраженная как ставка сложного процента, равна 43,42% годовых. Если требуемый уровень доходности для данного проекта равен 25% годовых в валюте, то можно сказать, что проект выгоден, поскольку обеспечивает более высокую доходность, чем требуется.

Следует заметить, что ВНД не столько оценивает сам проект, сколько измеряет доходность процесса, который лежит в его основе. И если ЧТС измеряет массу получаемого дохода, то ВНД оценивает способность проекта генерировать доход с каждой единицы средств, вложенных в данный вид бизнеса. Поэтому показатели ЧТС и ВНД при правильной их интерпретации не являются конкурирующими, но взаимно дополняют друг друга.

Обобщая существующие экономические источники по использованию метода расчета ВНД при оценке инвестиций, можно сделать ряд выводов.

Во-первых, значение ВНД может трактоваться как нижний гарантированный уровень прибыльности логистического проекта.

С другой стороны, внутренняя норма доходности определяет максимальную ставку платы за привлекаемые источники финансирования проекта, при которой последний остается безубыточным. При оценке эффективности общих инвестиционных затрат, например, это может быть максимальная ставка по кредитам.

И, наконец, внутреннюю норму доходности иногда рассматривают как предельный уровень доходности инвестиций, что может быть критерием целесообразности дополнительных вложений в проект.

К достоинствам этого метода оценки можно отнести объективность, независимость от абсолютного размера инвестиций, оценку относительной прибыльности проекта, информативность. Кроме того, он легко может быть приспособлен для сравнения проектов с различными уровнями риска: проекты с большим уровнем риска должны иметь большую внутреннюю норму доходности. Однако у него есть и недостатки: высокая трудоемкость расчетов и возможная объективность выбора нормативной доходности, большая зависимость от точности оценки будущих денежных потоков.

#### 5.7.4. Построение диаграммы денежных потоков (CF)

Эффективность того или иного инвестиционного решения нельзя оценить, не зная, как распределяются капиталовложения и доходы во времени. Представление об этом дает диаграмма, на горизонтальной оси которой откладывается время, а на вертикальной — денежные средства («-» — расходы, «+» — доходы). Величина CF, отражаемая на диаграмме, называется «кеш-флоу», или денежный поток. Она равна:

$$CF = \boxed{\text{Чистая прибыль по проекту}} + \boxed{\text{Амортизация}} - \boxed{\text{Капитальные (инвестиционные) затраты}}$$

$$CF_0 = 0 - 12,5 - 0,5 = -13 \text{ млн долл.} \quad (5.33)$$

(строительство складского комплекса, монтаж и обучение)

$$CF_1 = 4,8 + 1,3 - 1 = 5,1 \text{ млн долл.} \quad (5.34)$$

$$CF_{2...10} = (25 \text{ млн долл.} - 19 \text{ млн долл.}) \times (1 - 0,2) + 1,3 \text{ млн} - 0 = 6,1 \text{ млн долл.}$$

соответствует свое значение КФ.

По существу, в тот период, когда  $CF > 0$ , проект дает доход, когда  $CF < 0$ , требует дополнительных инвестиций (рис. 5.34).



Рис. 5.34. Диаграмма CF логистического проекта строительства складского комплекса

Иногда отмечают, что данная диаграмма позволяет получить представление о ликвидности проекта. Предприятие ликвидно, если оно платежеспособно в каждый момент времени. Следовательно, у менеджера, осуществляющего проект, должны быть под рукой деньги для финансирования проекта в нужный момент времени. А распределение потребностей в финансовых средствах проекта во времени отражается данной диаграммой (рис. 5.34). Из нее, например, видно, что предприятие, денежные потоки которого представлены на диаграмме, на нулевой фазе своей деятельности должно найти солидный источник финансирования, так как осуществляет деятельность, не приносящую на нулевом этапе никаких доходов. Ликвидность — очень важная характеристика логистического проекта, поскольку проект может быть эффективным, но невыполнимым вследствие неликвидности.

### 5.7.5. Расчет сроков окупаемости инвестиций в логистический проект

**Дисконтированным сроком окупаемости инвестиций** называется продолжительность периода от начального момента до момента окупаемости с учетом дисконтирования притоков и оттоков денежных средств в процессе осуществления логистического проекта. Моментом окупаемости с учетом дисконтирования называется тот наиболее ранний момент времени в расчетном периоде, после которого чистая текущая стоимость (ЧТС) становится и в дальнейшем остается неотрицательной (рис. 5.35).

Определим дисконтированный срок окупаемости для проекта строительства складского комплекса. Для расчетов применим метод его приблизительной оценки, представленная методика расчета которого состоит в следующем.

В начале рассчитывается чистая текущая стоимость проекта (ЧТС) — это ЧДД нарастающим итогом (накопленной суммой). После этого срок окупаемости  $T_{\text{диск}}$  рассчитывается по формуле

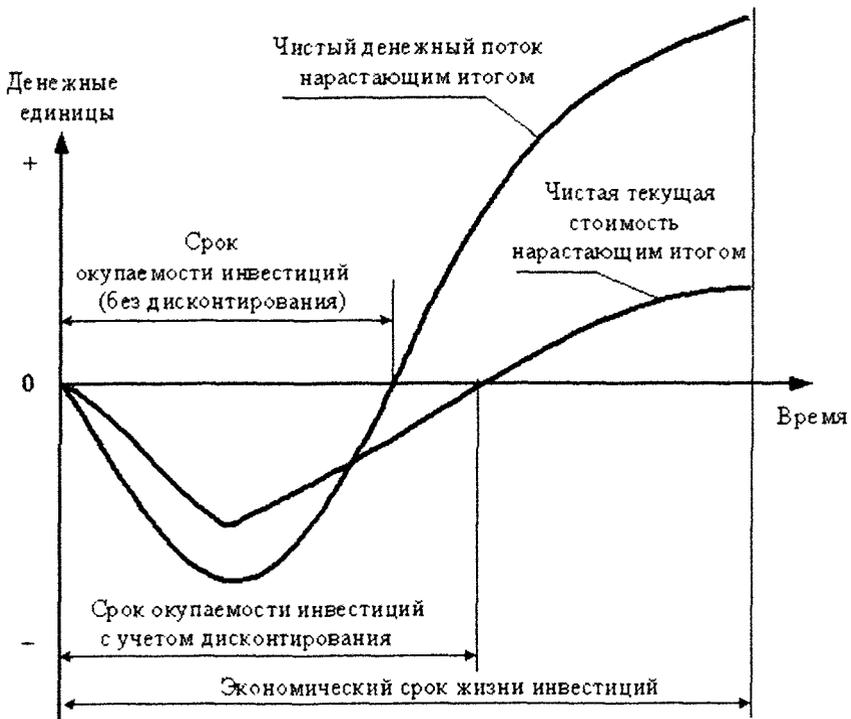


Рис. 5.35. Графическая интерпретация расчета дисконтированного срока окупаемости инвестиций логистического проекта

$$T_{\text{диск}} = t_- - \frac{\text{ЧТС}(t_-)}{\text{ЧТС}(t_+) - \text{ЧТС}(t_-)}, \quad (5.35)$$

где  $t_-$  — последний год (период) реализации проекта, при котором ЧТС принимает отрицательное значение;

ЧТС ( $t_-$ ) — последнее отрицательное значение чистой текущей стоимости;

ЧТС ( $t_+$ ) — первое положительное значение чистой текущей стоимости.

Для этого наглядно представим расчет основных показателей логистического проекта в табл. 5.14 и посмотрим, когда ЧТС становится отрицательной.

Таблица 5.14

**Расчет основных показателей оценки эффективности инвестиций  
в логистический проект**

Наименование показателя	Значение показателя по годам реализации проекта, млн долл.										Итого	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
1. Чистая прибыль		4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	48,00
2. Амортизационные отчисления		1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	13,00
3. Чистые поступления, $D_t$		6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	61,00
4. Инвестиционные затраты, $I_t$	13,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,00
5. Коэффициент дисконтирования	1	0,800	0,640	0,512	0,410	0,328	0,262	0,210	0,168	0,134	0,107	
6. Дисконтированные чистые поступления		4,88	3,90	3,12	2,50	2,00	1,60	1,28	1,02	0,82	0,65	21,78
7. Дисконтированные инвестиционные затраты	13,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,80
8. Чистый дисконтированный доход (ЧДД)	-13,00	4,08	3,90	3,12	2,50	2,00	1,60	1,28	1,02	0,82	0,65	7,98
9. Чистая текущая стоимость (ЧТС)	-13,00	-8,92	-5,02	-1,89	0,61	2,60	4,20	5,48	6,51	7,33	7,98	

$T_{\text{диск}} = 3 \text{ года} - \{(-1,89) : (0,61 - (-1,89))\} = 3,76 \text{ года}$ , что меньше срока реализации проекта, следовательно, проект эффективен.

Это означает, что через три года и девять месяцев после начала своей работы складской комплекс полностью окупит вложенные в него инвестиции.

При выборе альтернативных логистических проектов предпочтение отдается проекту с меньшим дисконтированным сроком окупаемости.

**Недисконтированным (простым) сроком окупаемости инвестиций** называется продолжительность периода от начального момента до момента окупаемости. Начальным моментом обычно является начало первого шага или начало реализации логистического проекта. Моментом окупаемости называется тот наиболее ранний момент времени в расчетном периоде, после которого текущие чистые денежные поступления нарастающим итогом (сумма чистой прибыли и накопленной амортизации) становятся и в дальнейшем остаются неотрицательными.

Метод расчета простого срока окупаемости инвестиций основывается на определении того срока, который понадобится для возмещения суммы первоначальных инвестиций. Если сформулировать суть этого метода более точно, то он предполагает вычисление того периода, за который сумма (нарастающим итогом) денежных поступлений сравнивается с суммой первоначальных инвестиций. Простой срок окупаемости является широко используемым показателем для оценки того, возместятся ли первоначальные инвестиции в течение срока жизненного цикла логистического проекта или нет.

Недисконтированный срок окупаемости рассчитывается аналогичным образом, только за основу расчета берется СФ нарастающим итогом.

В нашем случае срок окупаемости, определенный без учета фактора времени будет равен:

$$T_{\text{недиск}} = 2 \text{ года} - [(-1,8) : (4,3 - (-1,8))] = 2,3 \text{ года.} \quad (5.36)$$

Отметим также, что срок окупаемости может быть использован при оценке проекта только как вспомогательный показатель. Его недостатком является то, что данный метод оценки не учитывает разницу в доходах по проектам, получаемым после одного и того же периода окупаемости.

### 5.7.6. Расчет коэффициента эффективности инвестиций

Этот коэффициент имеет следующие особенности.

Во-первых, он определяется по показателю чистой прибыли (балансовая прибыль за минусом платежей в бюджет, осуществляемых из прибыли).

Во-вторых, при его расчете не производится дисконтирование дохода.

Коэффициент эффективности инвестиций (КЭИ) рассчитывается по формуле

$$\text{КЭИ} = \frac{\text{ЧП}_{\text{ср}}}{0,5 \times (\text{И} + \text{СП}_{\text{ост}})}, \quad (5.37)$$

где  $\text{ЧП}_{\text{ср}}$  — среднегодовая чистая прибыль от реализации инвестиций;

$\text{И}$  — вся сумма инвестиционных затрат по проекту;

$\text{СП}_{\text{ост}}$  — остаточная (ликвидационная) стоимость проекта.

Данный показатель сравнивается с коэффициентом рентабельности авансированного капитала ( $\text{P}_{\text{ак}}$ ), который рассчитывается делением общей чистой прибыли по предприятию на общую сумму средств, авансированных в его деятельности (итог среднего баланса-нетто).

Определим коэффициент эффективности инвестиций на примере покупки складского комплекса компании X:

$$\text{КЭИ} = \frac{4,8}{0,5 \times (14 + 0)} = \frac{4,8}{7} = 0,69. \quad (5.38)$$

К преимуществам данного метода относится простота и наглядность расчета, возможность сравнения альтернативных проектов по одному показателю. Недостатки метода обусловлены тем, что он не учитывает временной составляющей денежных потоков. Так, например, не проводится различия между проектами с одинаковой среднегодовой, но в действительности изменяющейся по годам величиной прибыли, а также между проектами, приносящими одинаковую среднегодовую прибыль, но в течение разного числа лет.

### *5.7.7. Расчет точки безубыточности логистического проекта*

В анализе проектов, так же как и при оценке относительно мелких коммерческих идей и предложений, применяется расчет точки безубыточности. Вычисления и интерпретация полученных результатов при этом аналогичны: оценке подвергаются надежность проекта, возможность падения объема производства ниже этой критического объема реализации и, как следствие, остановка дальнейшей работы над осуществлением проекта. Подробнее о том, как рассчитать точку безубыточности математическим и графическими методами, см. п. 5.2.3 настоящей главы.

В завершении представления методов оценки инвестиций в логистические проекты хотелось бы отметить, что динамические и статические методы не противоречат, а дополняют друг друга в оценке эффективности логистических проектов, просто они работают с различными критериями выгодности.

Рекомендуемая методика оценки инвестиций в развитие логистических систем по вышепредставленным показателям позволяет применять ее для принятия решения об инвестировании как в один-единственный логистический проект, так и для выбора из числа альтернативных проектов за счет любых источников финансирования.

Наряду с изложенными показателями эффективности логистических проектов возможно использование и других: простой нормы прибыли, капиталотдачи, интегральной эффективности затрат и проч. Очень важен также учет структуры и распределения капитала во времени и другие факторы. Главное, что при применении любого показателя необходимо исходить из его сущностного содержания.

Подводя итоги, необходимо отметить, что ни один из приведенных выше показателей не является единственно достаточным для полной оценки эффективности логистических проектов и принятия решения об их реализации. Решение об инвестировании средств в проект должно приниматься с учетом значений всех рассмотренных показателей, а также интересов всех участников логистического проекта, так как различные способы оценки обеспечивают лиц, принимающих решения, более полной информацией.

## **ГЛАВА 6**

# **Экономико-математические методы и модели в логистике**

В данной главе представлены базовые теоретические и практические основы учебной дисциплины «Экономико-математические методы и модели в логистике», которая является одной из обязательных в цикле специальных дисциплин учебного плана специальности «Логистика и управление цепями поставок». В ней соединены экономическая, математическая тематика и вопросы управления логистическими системами.

Изучением дисциплины достигается формирование у специалистов представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности и требований к грамотному и рациональному применению математического инструментария и современной организационной, вычислительной техники и информационных технологий. Реализация этих требований гарантирует принятие логистиками-менеджерами своевременных и эффективных управленческих решений.

Целями изучения дисциплины являются: ознакомление с классическими и современными экономико-математическими методами (ЭММ) и моделями логистики; овладение теоретическими и методическими принципами постановки, решения и анализа задач логистики на основе экономико-математических методов и моделей; формирование системного экономического мышления, навыков построения математических моделей логистических процессов и систем, количественного обоснования принимаемых управленческих решений на основе этих моделей и экономико-математических методов, т. е. использования указанных моделей и методов как инструмента поддержки процесса разработки, принятия и мониторинга исполнения управленческих решений в логистической системе.

В результате изучения необходимых для логистического исследования содержательных и формальных редуций методов системного анализа, эконометрики, теории исследования операций, теории принятия решений, математического моделирования, прогнозирования должно произойти формирование твердых теоретических знаний и практических навыков по использованию современных экономико-математических методов и моделей при анализе, расчете и прогнозировании экономических показателей и параметров для выполнения логистических операций.

Данная глава с учетом ограниченности объема посвящена рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: основным понятиям; теоретическим основам разработки управленческих решений для логистических систем на базе применения экономико-математических методов и моделей, организации их эф-

фективной реализации; анализу и классификации моделей, методов и подходов к решению задач логистики; исследованию экономико-математических моделей и методов теории расписаний, календарного распределения производственной программы, сетевого планирования и управления.

Конкретные модели, методы и алгоритмы решения задач логистики, хорошо и полно представленные в математической литературе (в частности, для транспортной задачи и задачи о назначениях), рекомендуются к самостоятельному изучению по специальной литературе, на которую даются соответствующие ссылки в данном учебнике [1–7].

Совершенствование организации, планирования и управления логистическими системами в современных условиях требует широкого применения экономико-математических методов и моделей, передовых информационно-телекоммуникационных технологий. Как показывает практика последних лет, использование в организациях, на предприятиях ЭММ и компьютерных информационных технологий и систем даже для решения локальных задач дает значительных экономического эффект.

Экономико-математические методы — сложнейшая область знаний, для действительного овладения которыми требуются большие усилия. В экономике неправильный математический расчет может нанести больший ущерб, чем приблизительное решение, основанное на интуиции и опыте специалиста. Правильное же и разумное применение математики способно во всех без исключения функциональных областях логистики и на всех уровнях управления логистическими системами существенно повысить качество и эффективность управления.

Все же следует признать, что практически ЭММ и модели в экономике, организации, планировании и управлении логистическими системами применяются недостаточно. Одной из причин этого является слабое знание этих методов специалистами, работающими в организациях, на предприятиях, и специалистами, которых выпускают высшие учебные заведения.

## **6.1. Термины и определения основных понятий**

Прежде чем говорить об экономико-математических методах и моделях и тем более доказывать возможность, необходимость и целесообразность их создания и использования в логистике, необходимо однозначно определиться в таких понятиях, как «модель», «моделирование», «экономико-математическая модель» и т. п., поскольку в специальной литературе на этот счет нет единого мнения.

Понятия составляют основу любой научной дисциплины. В науке имеет огромное значение точность, строгость выражения мыслей. Научные понятия обозначаются специальными словами — терминами, которые составляют основу научного языка. Если мы хотим сделать правильный вывод из некоторых фактов, то должны абсолютно точно знать, в чем состоят эти факты и как они взаимосвязаны или «относятся» друг к другу. В отличие от общелитературного язык профессионального общения требует однозначности толкования основных

ключевых понятий, выраженных в терминах. Между тем обычный язык характеризуется многозначностью. Так, при слове «ключ» один подумает про ключ от сейфа, другой о ключе от квартиры, третий вспомнит телеграфный ключ, четвертый — ключ — родник в лесу, другие — скрипичный или басовый ключ и т. д.

Поэтому в науке используется особый язык, с одной стороны, не допускающий разных толкований в пределах одной предметной области, одной научной дисциплины или сферы профессиональной деятельности, а с другой — достаточно краткий и сжатый. В этой роли выступают термины — слова или устойчивые словосочетания с совершенно четко оговоренным содержанием, а также используются символы, например математические и логические. Таким образом, каждому научному термину приписывается определенное научное понятие, ученые и специалисты в соответствующей области договариваются, что понимать под тем или иным термином, какое понятие в него вкладывать.

Указанные выше термины (модель, экономико-математическая модель, экономико-математический метод, экономико-математическая задача, оптимизационная задача, экономико-математическое моделирование, алгоритмизация и др.) являются сложными экономическими понятиями. Рассмотрим каждое из них.

Существенную, если не сказать важнейшую, роль в экономических науках, в логистических исследованиях играют понятия «модель» и «моделирование».

«Модель» — термин, который определить очень трудно. Термин лишь называет понятие, а его сущность, содержание раскрывает определение. В специальной литературе можно найти более ста определений этого понятия.

Удивительно, что термины, так часто употребляемые, так редко получают четкое определение.

Понятие «модель», так же как и понятия «система», «управление», «технология», «управленческое решение», до сих пор не имеет общепринятого определения, но тем не менее в большинстве случаев выделить то общее, что объединяет различные определения рассматриваемого понятия. Это является следствием фундаментального, предельного характера обобщения, которое скрывается за этими словами.

Содержание понятия, обозначенного термином, может быть понято только через его дефиницию — краткое логическое определение, устанавливающее существенные отличительные признаки предмета или значение понятия, т. е. его содержание и границы.

Категория «модель» имеет многоаспектное содержание.

Тем не менее слово «модель» хорошо знакомо и понятно каждому: игрушечный автомобиль — модель автомобиля; игрушечный самолет — модель самолета, бумажный голубь — тоже его модель и т. д. Вспомним традиционные школьные задачи на составление уравнений: «Из пункта *A* в пункт *B*, а из пункта *B* в пункт *A* навстречу друг другу выехали два автомобиля...» В таких примерах школьники, как правило, быстро и легко составляют необходимые математические уравнения, даже не подозревая о том, что они тем самым строят математическую модель рассматриваемой ситуации.

Для многих ново, что знакомая каждому формула  $S = VT$ , т. е. путь равен скорости, умноженной на время, тоже математическая модель, модель движения тела.

Менее привычно представление о том, что, например, фотоснимок пейзажа — это модель местности, что ею являются и план, и географическая карта. И так далее.

Все эти предметы, графические изображения, формулы объединяются одним словом «модель».

По существу, почти любая тема школьного курса математики заканчивается построением некоторой математической модели, причем для ее построения используются как индуктивный, так и дедуктивный методы. Получая в результате рассуждений некоторую формулу, схему, график, таблицу, чертеж, алгоритм и т. п., мы тем самым имеем дело с построением математической модели.

Модель создает условия для активной мыслительной деятельности учащихся в поисках способа решения конкретных задач физики, химии, биологии, экономики. Ситуации, описываемые математическими моделями, возникают во многих других областях знаний.

Понятие «модель» употребляется в специальной литературе очень часто, но, как правило, с определителем (модель объекта, системы, процесса, явления, ситуации, задачи и т. д.), что в значительной степени затушевывает содержание исходного слова.

Тем не менее во всех определениях можно найти и выделить общие черты, которые помогают создать представление о понятии «модель».

Что же такое модель? Дадим определение в широком смысле этого слова.

**Модель** (лат. *modulus* — мера, образец) — **образ** (квазиобъект) (в том числе условный или мыслимый — описание, изображение (отображение, воспроизведение действительности), схема, чертеж, график, план, карта и т. п.) **какого-либо объекта исследования** (физический объект, система объектов, система управления, процесс, явление, ситуация, задача и т. п.), **характеризующийся комплексом элементов, существенных с позиций поставленной цели, определенным образом взаимосвязанных и отражающих устройство, структуру, функционирование и развитие реального объекта; более доступный, проще и удобнее для изучения, чем сам объект; используемый для упрощения исследования при определенных условиях в качестве «заменителя» или «представителя» исследуемого объекта; позволяющий получить новую информацию об исследуемом объекте и отражающий (отображающий) каким-либо способом наиболее существенные свойства, характеристики (характерные черты) реального объекта с точки зрения цели исследования** (т. е. с теоретической точки зрения модель — гомоморфное отображение моделируемого объекта действительности).

Данное определение означает, что модель — не упрощение действительности, а, напротив, постижение ее тайн, отбрасывание «масок», открытие «подлинного лица», скрытого механизма действия.

Каждый из рассматриваемых терминов связан с другими терминами данной предметной области.

Математическая модель, основанная на некотором упрощении, никогда не бывает тождественна рассматриваемому объекту, не передает всех его свойств и особенностей, а является его приближенным отражением. Однако благодаря замене реального объекта соответствующей ему моделью появляется возможность математически сформулировать задачу его изучения и воспользоваться для анализа его свойств математическим аппаратом, который не зависит от конкретной природы данного объекта. Этот аппарат позволяет единообразно описать широкий круг фактов и наблюдений, провести их детальный количественный анализ, предсказать, как поведет себя объект в различных условиях, т. е. прогнозировать результаты будущих наблюдений.

**Экономико-математическая модель** — это математическая модель исследуемого экономического объекта (системы, процесса), т. е. математически формализованное описание исследуемого экономического объекта (системы, процесса, явления), отражающее в формализованном виде характер, определенные существенные свойства, функциональные зависимости элементов реального экономического объекта (управляемой системы) и процессов, протекающих в нем.

**В экономико-математической модели выделяют:**

- **элементы модели;**
- **функциональные связи** между элементами;
- **качественные и количественные переменные**, характеризующие элементы модели и функциональные связи.

**Переменные в экономико-математической модели** делят на две категории:

- 1) **внутренние (эндогенные)** экономические переменные — значения которых устанавливаются в результате моделирования;
- 2) **внешние (экзогенные)** экономические переменные — значения которых определяются вне модели.

**Группировка переменных экономико-математической модели** по способу их изменения во времени:

- **экономические переменные запаса** — характеризуют состояние объекта на определенную дату (например, на начало или конец года);
- **экономические переменные потока** — характеризуют параметры экономических процессов за определенный интервал времени (например, за год, за квартал).

Потоки вызывают изменения в запасах, например инвестиции (переменная потока) приводят к изменениям в основном капитале (переменная запаса).

Умение составлять экономико-математические модели реальных экономических объектов (процессов) и работать с ними — составная часть общей культуры человека, тем более в настоящее время, в период активной математизации различных отраслей знаний. Человек реализуется как личность, зарабатывая, принимая и реализуя принятые решения. И прежде всего это относится к области менеджмента и логистики, где основным профессиональным умением является умение принимать эффективное управленческое решение.

Экономико-математическая модель должна удовлетворять следующим двум основным требованиям.

### 1. Адекватность исследуемому экономическому объекту (системе, процессу).

Это значит, что модель должна отражать наиболее характерные связи между величинами, участвующими в нем, учитывать свойства среды, в которой он происходит, и информацию о начальном состоянии экономического объекта (системы, процесса). Только тогда по поведению модели можно судить о ходе самого объекта (об исследуемой системе, процессе).

2. **Разрешимость модели.** Это значит, что модель должна быть не слишком сложной, чтобы из нее можно было получать интересующую информацию об исследуемом экономическом объекте (системе, процессе).

**Моделирование** — исследование каких-либо объектов, систем объектов, явлений или процессов путем построения и изучения их моделей. Моделирование — одна из основных категорий теории познания. На идее моделирования по существу базируется любой метод научного исследования — как теоретический, так и экспериментальный.

Искусство математического моделирования состоит в умении перевести реальную задачу на математический язык, перевести адекватно, не теряя основных свойств оригинала.

Плодотворность метода математического моделирования подтверждена всей человеческой практикой, это великое средство научного исследования, применение которого невозможно отвергать ни в какой конкретной области науки.

Метод математического моделирования представляет особый интерес и в связи с тем, что он синтезирует в себе целый ряд методов научного познания: анализ, синтез, обобщение, специализацию, абстрагирование, конкретизацию, аналогии и другие методы.

Способность моделирования является неотъемлемой частью познавательной деятельности человека, психологические аспекты моделирования заключаются в способности сознания отражать внешний мир не во всем его многообразии и полноте внешних и внутренних связей, а огрубленно, в приближенном виде.

**Экономико-математическое моделирование** — формализованное описание экономических объектов (систем, процессов и явлений) в виде экономико-математических моделей и их исследование.

**Экономико-математическое моделирование объекта или явления** — это создание его упрощенного аналога и проверка с его помощью положений экономической теории, а также будущего поведения экономического объекта при изменении каких-либо его параметров.

**Процесс экономико-математического моделирования** — технология изучения экономических объектов (систем, процессов и явлений) с помощью экономико-математических моделей.

Определения других основных понятий дисциплины рассматриваются в следующих параграфах учебника.

## 6.2. Классификация экономико-математических моделей

Эффективное применение моделей требует прежде всего их серьезного и глубокого изучения, а значит, определенной схематизации и классификации. Любая классификация подчинена целям исследования. В соответствии с целью выбирается и классификационный признак. Существует ряд признаков классификации моделей разной природы. В зависимости от принятого классификационного признака возможны различные группировки моделей, при этом в качестве классификационных может быть использован широкий набор признаков. Этот набор определяется множеством целей исследования реального объекта и его модели.

В экономической науке используются, главным образом, математические модели. Это объясняется тем, что изучение любого экономического объекта (системы), любого экономического процесса (формы движения) представляет собой раскрытие не только его качественных сторон, но и количественных зависимостей, изучаемых математикой. Поэтому в дальнейшем будем рассматривать только экономико-математические модели.

Любая теория начинается с подчиненной целям исследования классификации объекта и предмета исследования. В нашем случае предметом исследования являются экономико-математические модели.

При проведении классификации, т. е. выделении однотипных групп, некоторое множество должно быть разделено на подмножества, при этом необходимо в явном виде наличие классификационного признака. Сумма подмножеств должна составлять полное исходное множество, а их пересечение должно быть пустым.

1. По отражению состояния реального объекта в статике или динамике (по временному признаку) можно выделить следующие классы моделей:

- статические модели (модели состояний; одноэтапные);
- динамические модели (модели движения, динамики; многоэтапные).

1.1. **Статическая модель** — модель, в которой описывается одномоментное состояние объекта исследования, т. е. модель, которая отражает состояние реального экономического объекта в статике.

1.2. **Динамическая модель** — модель, которая показывает развитие объекта исследования (моделирования) во времени, т. е. модель, которая отражает состояние реального экономического объекта в динамике.

2. По степени огрубления свойств элементов и структурных отношений объекта исследования (структурные отношения при этом выражают зависимость между состоянием и параметрами сложной системы), т. е. в зависимости от состояния параметров реального объекта и степени отражения влияния на модель внешних и внутренних факторов (возмущений) можно выделить следующие классы моделей:

- детерминированные модели;

- вероятностные (недетерминированные; стохастические) модели;
- игровые модели.

2.1. **Детерминированная модель** — модель, которая описывает исследуемый объект (систему, процесс) средними значениями характеризующих его параметров (случайные отклонения нас не интересуют) с достаточной для целей исследования точностью. Условия, параметры реального объекта считаются полностью заданными, известными, детерминированными, а управляемые переменные не подвергаются воздействию случайных помех, т. е. не учитывается влияние на объект исследования случайных факторов.

Детерминистический случай в точном (строгом) смысле этого понятия сравнительно редко встречается в практике.

2.2. **Вероятностная модель** — модель, которая описывает исследуемый объект (систему, процесс), значения характеризующих параметров которого изменяются случайным образом относительно среднего значения, т. е. модель, которая учитывает влияние на объект исследования случайных факторов (не все условия, параметры реального объекта полностью определены, детерминированы, кроме того, некоторые условия могут быть вообще неизвестны; ряд, а может быть, и все управляющие переменные подвержены влиянию случайных помех).

В большинстве экономических объектов (систем управления) значения параметров входов и выходов, а часто и состояний объекта (системы) имеют случайный характер, т. е. нет детерминизма. Для этих случаев вероятностные модели точнее отражают действительность.

В реальных условиях значения параметров под влиянием большого числа воздействующих на них факторов меняются случайным образом относительно среднего значения. Отражая такие изменения, вероятностные модели являются более мощным средством анализа, чем детерминированные. Они позволяют учесть большее число различных факторов и более сложные взаимосвязи между переменными, но они менее наглядны.

В вероятностных моделях для более глубокого отражения реальности часто предполагают, что определяющие параметры являются случайными величинами, вероятностные характеристики которых могут быть оценены методами математической статистики при обработке данных предварительных экспериментов. Вместе с тем предположение о случайном характере параметров есть предположение об их статистической устойчивости, т. е. о возможности прогнозирования на базе сведений о прошлом поведении. Иногда и это предположение может быть немотивированным, условия функционирования в значительной мере определяются действиями объекта, а эти действия непредсказуемы и могут быть любыми в пределах его возможностей. В такой ситуации приходится отказаться даже от вероятностного подхода и использовать **игровые модели**, где допустимо считать, что параметры могут принимать любые значения, например от нижнего до верхнего предельного значения. Таким образом, в зависимости от характера возможного прогнозирования влияния реальных условий на по-

казатели (параметры) можно выделить три типа моделей: детерминированные (2.1), вероятностные (2.2) и игровые (2.3).

3. По виду, форме или способу представления и описания различают:

- аналитические модели;
- числовые модели;
- логические модели;
- матричные модели (табличные);
- сетевые модели.

**3.1. Аналитическая модель** — модель, представленная в виде уравнений (формул), характеризующих математические зависимости в экономике и показывающая, что результаты (выходы) находятся в функциональной зависимости от тех или иных факторов (входов): если от одного — имеем однофакторную модель, если от нескольких — многофакторную.

**3.2. Числовая модель** — модель, представленная в виде числовых примеров (т. е. модель с конкретными числовыми характеристиками).

Экономическая наука давно пользуется моделями. Одной из первых была числовая модель воспроизводства, разработанная французским ученым Ф. Кене, которую очень высоко оценивал К. Маркс. В экономических трудах К. Маркса и В. И. Ленина широко используются числовые модели, сыгравшие определенную роль в развитии экономической науки.

**3.3. Логическая модель** — модель, представленная в виде логических выражений.

**3.4. Матричная модель** — модель, представленная в форме таблиц (матриц).

**3.5. Сетевая модель** — модель, представленная в форме особого рода графа, т. е. она представляет собой отображение реальных объектов и процессов в терминах теории графов.

4. По конечной цели исследования рассматриваемого объекта (процесса) можно выделить следующие классы моделей:

- дескриптивные (описательные) модели;
- оптимизационные (оптимальные) модели.

**4.1. Дескриптивная модель** — модель, с помощью которой реализуется цель описания реального объекта (процесса) исследования, т. е. модель, предназначенная для описания и объяснения наблюдаемых фактов или прогноза поведения объекта.

**4.2. Оптимизационная модель** — модель, в которой реализуется оптимизационная цель. Эта модель представляет собой систему уравнений, равенств и неравенств, описывающих ограничения на множество допустимых значений оптимизируемых переменных и взаимосвязи между переменными через параметры объекта (системы), т. е. условия; содержит также особого рода уравнение, называемое функционалом или критерием оптимальности (целевая функция, критерий качества, критерий эффективности управления).

### 6.3. Процесс экономико-математического моделирования

Одной из фундаментальных проблем и ключевым этапом в методологии экономико-математического моделирования является разработка экономико-математической модели объекта управления или процесса — производственного, управленческого и др. Существо проблемы состоит в поиске компромисса в противоречивой ситуации: с одной стороны, экономико-математическая модель должна быть максимально близка объекту и его расчетной схеме с точки зрения полноты и точности качественного и количественного описания их свойств, важных для целей экономико-математического моделирования, а с другой — сложность и громоздкость модели должны быть ограничены разумными пределами, позволяющими в итоге вычислительного эксперимента (моделирования) получить полезные результаты при обозримых и приемлемых затратах вычислительных ресурсов.

Экономико-математическая оптимизационная модель состоит из четырех частей — математически формализованных компонентов.

**Первая часть** — уравнение, которое связывает критерий эффективности системы (объекта управления) с теми аспектами решаемой проблемной ситуации, как контролируемые, так и неконтролируемые, которые могут повлиять на нее.

**Уравнение эффективности** (критерий оптимальности, или целевая функция) имеет вид:

$$P = f(x_i, y_j), \quad (6.1)$$

где  $P$  — показатель качества функционирования (эффективности) рассматриваемого объекта управления;

$f$  — соотношение между рассматриваемыми управляемыми (контролируемыми) и неуправляемыми (неконтролируемыми) переменными;

$x_i$  — управляемые (контролируемые) переменные,  $i = 1, 2 \dots n$ ;

$y_j$  — неуправляемые (неконтролируемые) переменные,  $j = 1, 2 \dots m$ .

Эффективность может быть отражена такими количественными характеристиками (экономическими показателями), как максимизация объема выпуска в стоимостном выражении, минимизация себестоимости, максимизация массы получаемой от реализации прибыли, максимизация рентабельности производства, максимизация загрузки оборудования (производственной мощности), минимизация издержек производства (например, затрат на рубль реализованной продукции), максимизация использования ресурсов, максимизация удовлетворения народнохозяйственных потребностей в продукции промышленной организации (предприятия) и другими показателями.

Среди контролируемых переменных могут быть численность занятых, денежные расходы на закупку материалов, виды используемых материалов, размещение и мощность используемого оборудования и т. д. Среди неконтролируемых переменных можно назвать состояние национальной экономики, стоимость рабочей силы, остроту конкуренции и предпочтения потребителей, погоду.

**Вторая часть модели** отражает ограничительные условия — пределы, в которых можно манипулировать каждой из контролируемых переменных. Например, ограничения по отдельным видам ресурсов. Такие ограничения, налагаемые на любую из этих переменных, как и уравнение эффективности, можно выразить символами в математически формализованном виде.

**В третьей части модели** представлена вся совокупность математических формул (или основные расчетные формулы для случая построения базовой модели), математических соотношений, т. е. система математических уравнений (алгебраических, дифференциальных или интегральных) и неравенств, с помощью которых описываются все учитываемые взаимосвязи между элементами модели через параметры объекта исследования (параметры элементов объекта моделирования и параметры процессов, которые протекают в нем). Математические соотношения связывают переменные, которыми описывается поведение объекта моделирования (например, промышленной организации как сложной динамической системы).

**В четвертой части модели** приводится словесно-формализованное описание исходной информации (переменных, параметров элементов объекта моделирования и параметров процессов, которые протекают в нем), в том числе условные математические обозначения.

Если в экономико-математической модели отсутствует первый из названных компонентов, то модель неоптимизационная.

В данном учебнике определен интерес представляет создание и исследование экономико-математических моделей логистических систем. Объектом моделирования являются логистическая система и внешнее проявление действия этой системы, подлежащие дальнейшему изучению.

С целью создания целостного и системного описания используемых знаний, отражающих сущность функционирования проблемной области логистической системы на объектном (структурном), функциональном (операционном), поведенческом (динамичном) уровнях, на этапе концептуализации проблемной области выполняется построение концептуальной модели. От качества построения концептуальной модели проблемной области во многом зависит, насколько часто в дальнейшем по мере развития логистической системы будет выполняться перепроектирование системы и соответствующих баз знаний. Качественная концептуальная модель может только уточняться (детализироваться или упрощаться), но не перестраиваться. На следующих этапах создания логистической модели строятся конкретные экономико-математические модели.

Учет противоречивых требований и поиск разумного компромисса при решении комплекса взаимосвязанных проблем, возникающих при проектировании и создании логистических систем различного назначения и систем управления ими, предполагает наличие достаточно полной и достоверной количественной информации об основных параметрах, которые характеризуют возможные для выбора альтернативы.

В складывающейся десятилетиями последовательности основных этапов проектирования систем управления экономическими объектами в большин-

стве отраслей промышленности некоторый начальный объем необходимой информации формировался путем так называемых проектировочных расчетов, степень достоверности которых должна была обеспечить лишь довольно грубый отбор альтернатив. Основная часть необходимой для принятия окончательного решения количественной информации (как по степени детализации, так и по уровню достоверности) формировалась на стадии экспериментальной отработки систем управления. По мере усложнения и удлинения стадии экспериментальной отработки значимость проектировочных расчетов стала расти. Возникла необходимость в повышении достоверности таких расчетов, обеспечивающей более обоснованный отбор альтернатив на начальной стадии проектирования и формулировку количественных критериев для структурной и параметрической оптимизации.

Экспериментальная отработка систем управления логистическими системами стала требовать все больших затрат времени и материальных ресурсов, а в ряде случаев ее проведение в полном объеме превратилось в проблему, не имеющую приемлемого решения. В этих условиях существенно выросла роль анализа характеристик таких систем с позиции теории и практики. Этому способствовали новые информационные технологии и достижения в совершенствовании вычислительной техники. В результате возникла материальная база для дальнейшего развития экономико-математического моделирования и появились реальные предпосылки для использования вычислительного эксперимента в целях уточнения принятых ранее конструктивных решений не только в качестве теоретического и практического (расчетного) сопровождения на стадии отладки созданных систем управления экономическими объектами, но и при их проектировании, подборе и оптимизации эксплуатационных режимов, анализе надежности и прогнозировании отказов и аварийных ситуаций, при оценке возможностей использования и модернизации систем управления.

В настоящее время методология экономико-математического моделирования и вычислительного эксперимента стала составной частью общих подходов, характерных для современных информационных технологий. Ее практическая реализация существенно повышает эффективность управленческих разработок, особенно при создании принципиально новых, не имеющих прототипов, систем управления. При этом нередко возникает необходимость в количественном анализе процессов, протекающих в системах с распределенными параметрами, когда важно располагать информацией о распределении соответствующих параметров в пространстве и изменении их во времени. Такая информация существенна при разработке и оптимизации систем управления.

Отмеченные возможности экономико-математического моделирования и вычислительного эксперимента при проектировании и создании логистической системы в настоящее время еще далеко не исчерпаны, представляются достаточно перспективными и поэтому заслуживают детального рассмотрения.

**Моделирование** — одна из основных категорий теории познания. Способность моделирования является неотъемлемой частью познавательной деятельности человека. На идее моделирования, по существу, базируется любой метод на-

учного исследования — как теоретический, так и экспериментальный. Таким образом моделирование — это инструмент исследования каких-либо реальных объектов, систем, явлений или процессов путем построения и изучения их моделей. Психологические аспекты моделирования заключаются в способности сознания отражать внешний мир не во всем его многообразии и полноте внешних и внутренних связей, а огрубленно, в приближенном виде. Математическая модель, основанная на некотором упрощении, никогда не бывает тождественна рассматриваемому объекту, не передает всех его свойств и особенностей, а является его приближенным отражением. Однако благодаря замене реального объекта соответствующей ему моделью появляется возможность математически сформулировать задачу его изучения и воспользоваться для анализа его свойств математическим аппаратом, который не зависит от конкретной природы данного объекта. Этот аппарат позволяет единообразно описать широкий круг фактов и наблюдений, провести их детальный количественный анализ, предсказать, как поведет себя реальный объект в различных условиях, т. е. прогнозировать результаты будущих наблюдений.

Искусство математического моделирования состоит в умении перевести реальный объект исследования или задачу его изучения на математический язык, перевести корректно, не теряя основных свойств оригинала, сохранив существенные из них с точки зрения цели исследования, поставленной задачи. Плодотворность метода математического моделирования подтверждена всей практикой человечества, это великое средство научного исследования, применение которого невозможно отвергать ни в какой из конкретных областей науки. Метод математического моделирования представляет особый интерес и в связи с тем, что он синтезирует в себе ряд методов научного познания: анализ, синтез, обобщение, специализацию, абстрагирование, конкретизацию, аналогию и другие методы.

В экономической литературе обычно принято считать термины «экономико-математическое моделирование» и «вычислительный эксперимент» интуитивно понятными, поэтому их содержание подробно не раскрывается. Кратко суть этих терминов означает адекватную замену реального экономического объекта — объекта или системы управления или производственных и управленческих процессов в организациях соответствующей экономико-математической моделью и ее последующее исследование на компьютере с помощью вычислительно-логических алгоритмов с целью получения информации о важнейших свойствах моделируемого объекта — объекта-оригинала и новых знаний. Однако для обсуждения и обоснования основных подходов к решению проблем экономико-математического моделирования логистической системы представляется целесообразным предварительно рассмотреть условную общую схему последовательности проведения отдельных этапов общей процедуры экономико-математического моделирования и вычислительного эксперимента (рис. 6.1).

*Первый этап* предусматривает экономическую постановку задачи изучения реального объекта. На первом этапе осуществляют неформальный переход от рассматриваемого проектируемого или существующего экономического объекта

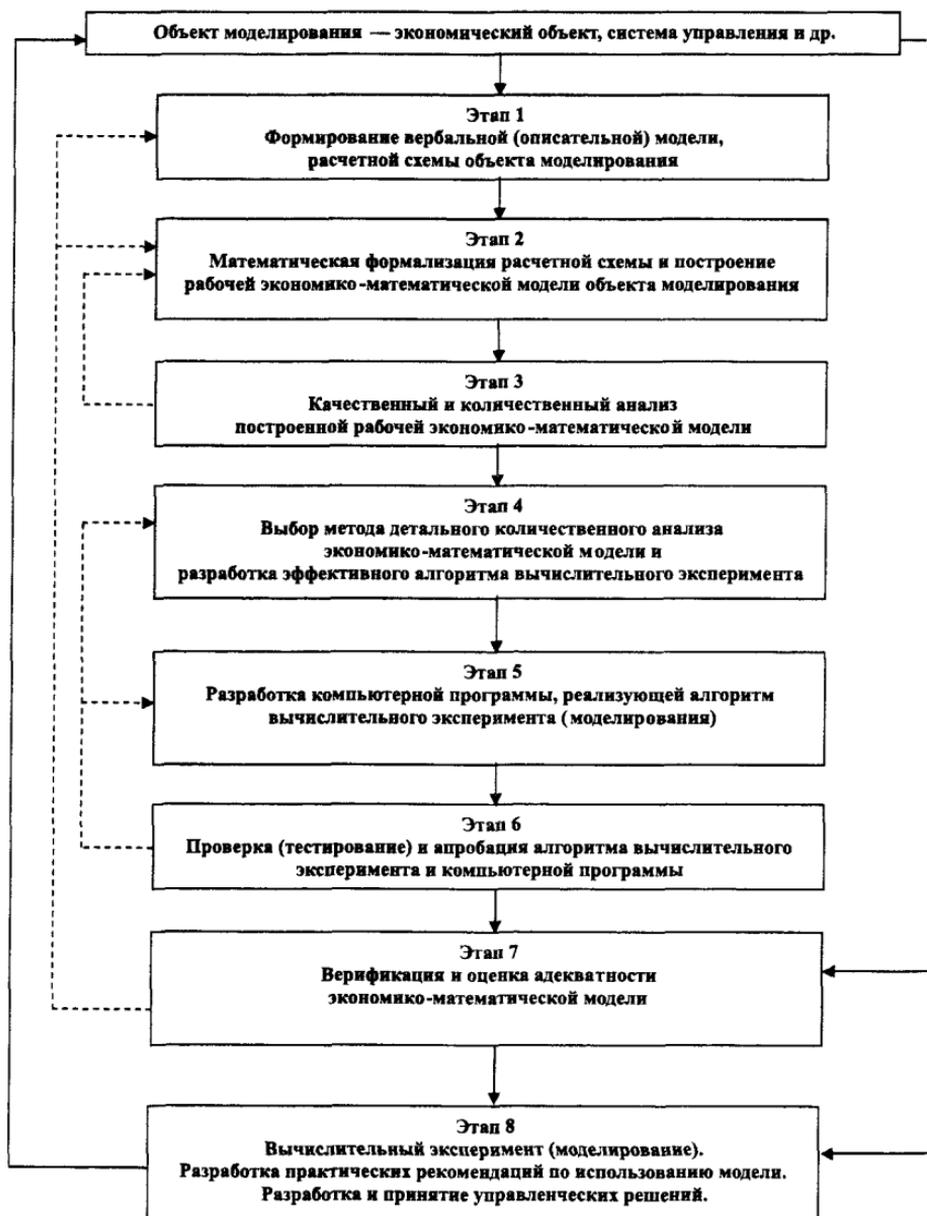


Рис. 6.1. Схема процесса экономико-математического моделирования

к его вербальной (описательной) модели — расчетной схеме. Процесс моделирования начинается с определения цели исследования реального объекта, его изучения, анализа фактов (сведений), данных и информации о нем. На основе информации о реальном объекте разработчик модели формирует мысленный образ объекта моделирования и выполняет содержательное его описание. При этом, учитывая направленность вычислительного эксперимента и его конечные цели, выделяют такие существенные свойства, условия функционирования и особенности реального объекта, которые вместе с характеризующими их параметрами должны найти отражение в расчетной схеме, и, наоборот, аргументируют допущения и упрощения, позволяющие не учитывать в расчетной схеме такие качества реального объекта, влияние которых предполагают в рассматриваемом случае несущественным.

Содержательное описание структуры реального объекта и его функционирования на обычном языке является его вербальной моделью. В сложившихся к настоящему времени управленческих и экономических дисциплинах помимо описательной (вербальной) информации для характеристики и отображения расчетных схем разработаны специальные приемы и символы наглядного графического изображения. По ряду новых направлений развития экономики и управления подобная символика находится в стадии формирования.

Такое описание осуществляется на основе уточненной постановки задачи и определения условий ее решения: временных, ресурсных ограничений, требований к точности решения и т. д., имеющихся исходных данных и дополнительно полученной информации, сформулированных гипотез о характере функционирования реального объекта, определения границ описания объекта моделирования и степени детализации его описания. При проектировании новых подсистем управления успешное проведение первого этапа в значительной мере зависит от профессионального уровня специалистов (менеджеров, логистиков, экономистов), их накопленного творческого потенциала (знаний) и интуиции.

Содержание второго этапа состоит по существу в формализованном математическом описании — математической формализации расчетной схемы и построении экономико-математической модели объекта или системы управления.

На *втором этапе* выполняется анализ вербальной модели — содержательного описания реального объекта с целью выбора математического аппарата и теоретической схемы математической формализации, т. е. математической теории, которая позволит с помощью формальных средств отобразить объект моделирования в виде математических преобразований и осуществить толкование этих математических преобразований с общетеоретических позиций. Затем формируется рабочая экономико-математическая модель объекта моделирования.

Существует много математических теорий и соответствующих им теоретических схем математической формализации (теория графов, теория множеств, теория автоматов, теория систем массового обслуживания и др.). Таким образом, есть альтернативы и необходимо грамотно выбрать конкретную теоретическую схему. Обоснованность такого выбора зависит от ответов на комплекс общих вопросов, таких как учет в модели и способ учета случайности (детерминированные

или стохастические схемы), фактора времени (динамические или статические схемы, дискретные или непрерывные схемы) и т. д. Таких вопросов может быть много, но ответы на них позволяют сузить множество допустимых альтернатив, сделать правильный выбор схемы математической формализации и осуществить построение самой математически формализованной схемы описания объекта моделирования.

Математически формализованная схема представляет собой описание структуры и функционирования реального объекта в терминах и с помощью абстрактных элементов выбранной теоретической схемы и соответствующего математического аппарата. Она отличается от экономико-математической модели реального объекта отсутствием в ней реальных числовых данных, алгоритмов моделирования случайностей, возмущающих факторов и т. п. Уточнение этих вопросов приводит к завершению построения экономико-математической модели в виде системы математических уравнений и неравенств.

Следует заметить, что для некоторых типовых расчетных схем существуют банки типовых математических моделей, что упрощает проведение второго этапа. Более того, одна и та же математическая модель может соответствовать расчетным схемам реальных объектов из различных предметных областей. Однако при проектировании новых подсистем управления (экономических объектов) часто не удается ограничиться применением типовых расчетных схем и отвечающих им уже существующих экономико-математических моделей.

Создание новых экономико-математических моделей логистики в современных организациях или модификация существующих экономико-математических моделей с целью их адаптации к реальным условиям функционирования и экономии тем самым всех требуемых видов ресурсов, в том числе временных, должны опираться на достаточно глубокую математическую подготовку и владение математикой как универсальным языком науки. Для этого нужны специалисты соответствующего профессионального уровня.

На *третьем этапе* проводят качественный и количественный анализ построенной рабочей экономико-математической модели. При этом могут быть выявлены противоречия, ликвидация которых потребует уточнения или пересмотра расчетной схемы объекта моделирования (штриховая линия на рисунке 1). Количественные оценки могут дать основания упростить модель, исключив из рассмотрения некоторые параметры, соотношения или их отдельные составляющие, несмотря на то что влияние описываемых ими факторов учтено в расчетной схеме. В большинстве случаев полезно построить хотя бы один упрощенный вариант экономико-математической модели, позволяющей получить или привлечь известное точное решение, которое затем можно было бы использовать в качестве эталонного при тестировании результатов на последующих этапах. В некоторых случаях удается построить иерархию экономико-математических моделей для одного и того же реального объекта, отличающихся различным уровнем упрощения. Итог анализа на рассматриваемом этапе — это обоснованный выбор рабочей экономико-математической модели экономического объекта или системы управления, которая подлежит в дальнейшем детальному количественному

анализу. Успех в проведении третьего этапа зависит, как правило, от глубины понимания связи отдельных составляющих экономико-математической модели со свойствами реального объекта, нашедшими отражение в его вербальной модели и расчетной схеме, что предполагает органическое сочетание владения математикой, управленческими и экономическими знаниями в конкретной предметной области.

*Четвертый этап* состоит в обоснованном выборе метода детального количественного анализа рабочей экономико-математической модели и в разработке эффективного алгоритма вычислительного эксперимента. Для успешного проведения четвертого этапа необходимо владеть арсеналом современных методов вычислительной математики.

На *пятом этапе* выбирается язык программирования и разрабатывается работоспособная компьютерная программа, реализующая алгоритм вычислительного эксперимента средствами вычислительной техники. При экономико-математическом моделировании достаточно сложного экономического объекта или системы управления выполнение пятого этапа требует профессиональной подготовки в области программирования.

На *шестом этапе* осуществляется тестирование, обеспечивающее проверку разработанной компьютерной программы, реализующей соответствующий алгоритм вычислительного эксперимента, и ее апробация. Получаемые в итоге работы компьютерной программы результаты вычислений должны, прежде всего, пройти тестирование путем сопоставления с данными количественного анализа упрощенного варианта экономико-математической модели изучаемого реального объекта. Тестирование может выявить ошибки как в алгоритме, так и в компьютерной программе и потребовать исправления компьютерной программы или же модификации и алгоритма, и программы (штриховая линия на рис. 6.1).

На *седьмом этапе* полученная экономико-математическая модель подвергается оценке, состоящей из верификации и оценки адекватности. **Верификация** — это опытная проверка концептуальных гипотез, подтверждающая их истинность, наличие предполагаемых связей между переменными и оценка того, в какой степени экономико-математическая модель ведет себя так, как было задумано ее разработчиком. Оценка адекватности — определение степени соответствия результатов моделирования и реальной действительности. **Адекватность модели** характеризует степень соответствия модели и объекта-оригинала, моделируемого явления, реальной действительности. Обычно ее выражают количественно с помощью какого-либо критерия (коэффициента) — статистического или эвристического. О достаточной адекватности модели говорят, когда результаты моделирования соответствуют реальности и могут служить для проверки гипотез, прогнозирования явлений, поведения объекта и т. д.

Анализ результатов моделирования (вычислительного эксперимента, проводимого на этапе верификации и оценки) и их экономическая интерпретация могут вызвать необходимость в корректировке содержательного описания структуры реального объекта и его функционирования, расчетной схемы и соответствующей экономико-математической модели. В тех случаях, когда модель

не удовлетворяет условиям оценки, разработчик модели либо возвращается к выбору схемы математической формализации и заново строит экономико-математическую модель в терминах другой теоретической схемы, либо уточняет вербальную модель, затем корректирует экономико-математическую модель, алгоритм и компьютерную программу реализации процесса моделирования (штриховая линия на рис. 6.1).

На *восьмом этапе* после устранения всех выявленных ошибок и недочетов триаду «модель — алгоритм — программа» апробируют и используют в качестве рабочего инструмента для проведения вычислительных экспериментов (моделирования). Для реализации указанных процедур необходимо предварительно спланировать вычислительные эксперименты. Планирование экспериментов предполагает разработку процедуры варьирования значениями входных переменных с целью получения оценок значений выходных переменных с нужной точностью и с наименьшими затратами всех видов ресурсов. Результаты моделирования обрабатывают, на основе получаемой количественной информации и с учетом допущений, сделанных при построении модели и при планировании экспериментов с нею, пытаются использовать при прогнозировании поведения реального объекта моделирования и решении конкретных задач управления при разработке и принятии управленческих решений. Таким образом, разрабатываются практические рекомендации по использованию модели и соответствующие управленческие решения, направленные на совершенствование функционирования экономического объекта, что составляет содержание основных процедур завершающего, восьмого, этапа экономико-математического моделирования.

Представленная последовательность этапов экономико-математического моделирования носит общий и универсальный характер, хотя в некоторых конкретных случаях она может и несколько видоизменяться. Если при проектировании логистических систем можно использовать типовые расчетные схемы и экономико-математические модели, то упрощается выполнение отдельных этапов или даже отпадает необходимость в выполнении ряда этапов, а при наличии соответствующего программного комплекса процесс экономико-математического моделирования становится в значительной степени автоматизированным. Однако экономико-математическое моделирование логистических систем, не имеющих близких прототипов, как правило, связано с проведением всех этапов описанного процесса экономико-математического моделирования.

Осуществление отдельных этапов экономико-математического моделирования требует определенных знаний, навыков и практической подготовки. Если первый, седьмой и частично шестой этапы типичны для области деятельности менеджера-логистика и экономиста, то второй, третий и четвертый этапы обычно требуют серьезной математической подготовки, а пятый — навыков в разработке и отладке компьютерных программ. Поэтому к экономико-математическому моделированию сложных логистических систем приходится привлекать менеджеров, экономистов, математиков и программистов. Однако для координации их усилий необходимы специалисты, способные выполнить каждый из рассмотренных этапов на высоком профессиональном уровне. Подготовка таких специа-

листов составляет одну из ключевых проблем, от успешного решения которой зависит эффективное использование возможностей экономико-математического моделирования при проектировании и создании современных логистических систем различного назначения и систем управления ими.

Изложенное позволяет заключить, что экономико-математическое моделирование логистических систем является составной частью современных информационных технологий и позволяет повысить эффективность экономико-математических разработок. Рассмотренная последовательность этапов экономико-математического моделирования позволяет утверждать, что их осуществление требует от исполнителя органичного сочетания экономических и управленческих знаний в конкретной предметной области, а также владения математикой и навыками программирования. Поэтому для более широкого использования в логистике методологии экономико-математического моделирования важно решение проблемы подготовки квалифицированного кадрового сопровождения.

При реализации триады «модель — алгоритм — программа» в виде компьютерного программного комплекса актуальны создание банков расчетных схем, типовых управленческих решений и экономико-математических моделей; разработка эффективных алгоритмов, в том числе с распараллеливанием вычислительных процедур; оценка достоверности получаемой в вычислительном эксперименте (при моделировании) информации и выбор пути ее представления в обозримом виде, ее обработка и прикладная интерпретация.

#### **6.4. Экономико-математические модели и методы календарного планирования**

В производственной и транспортной логистике широко используются модели и методы календарного планирования.

Как будет показано в данной главе, решение практических задач календарного планирования осуществляется, как правило, на основе эвристического моделирования с использованием локальных правил предпочтения (эвристик). Разнообразие эвристик, которые могут быть применены в процессе решения задач календарного планирования, а также способов их использования является определяющим условием получения субоптимальных (квазиоптимальных) решений логистических задач.

**Эвристические методы** включают построение и использование интуитивных логистических моделей, которые формируются экспертами на основе целевой установки, предоставленной информации, опыта, интуиции и знаний эксперта.

Перечень эвристик, предлагаемых базовыми комплексами экономико-математических методов календарного планирования, как правило, насчитывает четыре-пять простейших локальных правил предпочтения и один простейший способ (детерминированный) их применения. Иногда при решении практических задач для обеспечения высокой эффективности эвристического метода решения задач календарного планирования этого явно недостаточно. Причем

это становится тем более очевидным, что чем большее постановочное разнообразие моделей (модификаций систем ограничений и критериев оптимальности) имеется в распоряжении системы календарного планирования, тем большее количество объектов она обслуживает.

Дадим характеристику логистических моделей календарного планирования.

Как и каждый достаточно ярко выраженный класс экономико-математических моделей, совокупность логистических моделей календарного планирования обладает рядом специфических признаков, по которым их можно отличить от любых других. Целесообразнее всего эта специфика может быть отражена посредством перечисления того минимального состава системообразующих элементов модели и их характеристик, обязательное наличие которых предопределяет принадлежность модели к классу календарных.

К системообразующим элементам логистической модели календарного планирования относятся:

- конечное множество частично взаимосвязанных операций  $G = \{g_j\}$ ,  $j = 1, 2 \dots J$ ;

- конечное множество работ (заданий, проектов)  $P = \{p_i\}$ ,  $i = 1, 2 \dots I$ , представляющих собой подмножества операций  $G_j$ , не связанных отношением предшествования (т. е. никакие две операции, принадлежащие разным подмножествам  $G_1$  и  $G_2$ , не связаны отношением предшествования);

- конечное множество видов ресурсов  $R = \{r_k\}$ ,  $k = 1, 2 \dots K$ , где  $K$  определяет общее количество видов, различаемых по своим характеристикам ресурсов;

- система отсчета времени. Временной ресурс играет особую роль в логистических календарных моделях. Устанавливаются точка нулевого отсчета и временной такт (системная единица времени), с точностью до которой задаются все временные характеристики элементов модели и их связей;

- моменты начала и окончания выполнения каждой операции из  $G$ :  $\alpha_{i,j,k}$  и  $\beta_{i,j,k}$  соответственно, которые всегда являются неизвестными модели.

Описание характеристик элементов логистической модели календарного планирования проводится либо на формальном, либо на однозначно сформулированном содержательном уровне.

Минимальный состав характеристик, описывающий в логистической модели календарного планирования:

- **операции**, должен отображать следующие моменты: принадлежность операции к определенной работе; однозначное описание отношений предшествования, связывающих эту операцию с другими операциями из данной работы; перечисление видов ресурсов, которые необходимы для ее выполнения; потребность в использовании этих ресурсов (трудоемкость, объемы, продолжительность), возможность, либо запрещение прерывания операции в процессе ее выполнения;

- **работы**, должен составлять совокупность описаний составляющих ее операций;

- **ресурсы**, должен определять возможный режим их использования: систему готовности к выполнению операций, возможности использования соответ-

ствующего ресурса; постоянство либо возможную переменность интенсивности потребления ресурса; возможность либо невозможность одновременного выполнения на единице ресурса более чем одной операции.

**Основная задача календарного моделирования** — нахождение допустимых решений (расписаний), наилучших в некотором смысле (оптимальных или рациональных решений).

Допустимым решением (расписанием) выполнения комплекса работ  $P$  и соответствующего комплекса операций  $G$  на ресурсах  $R$  называется совокупность величин  $\bar{X} = \{\alpha_{i,j,k}, \beta_{i,j,k}, \gamma_{i,j,k}\}$ , которая удовлетворяет ограничениям модели, связывающим возможные значения этих величин, где  $\gamma_{i,j,k}$  является конкретизацией некоторого параметра, характеризующего использование ресурса  $k$ -го вида,  $i = 1, 2 \dots I, j = 1, 2 \dots J, k = 1, 2 \dots K$ .

В математико-вычислительном аспекте основная задача календарного моделирования, являясь многокритериальной и многовариантной задачей, относится к классу экстремально-комбинаторных задач. Для достаточно общих постановок таких задач, имеющих к тому же на практике довольно большие размерности, до настоящего времени не создано конструктивных точных и даже приближенных методов решения. Поэтому применяются эвристические методы решения.

Методологически существенным с точек зрения как техники моделирования, так и сфер использования представляется разделение логистических моделей календарного планирования на модели с линейной структурой работ и сетевые.

В этой связи, в частности, исторически сложились заметные отличия в терминологии описания моделей календарного планирования с линейной структурой работ и сетевых моделей календарного планирования. В трех следующих параграфах нашла отражение специфика терминологии описания логистических моделей, принадлежащих к этим двум большим и важным классам моделей календарного планирования, а также соответствующих экономико-математических методов решения логистических задач календарного планирования.

## 6.5. Экономико-математические модели и методы теории расписаний

**Теория расписаний** — ветвь прикладной математики, в которой изучаются вопросы (задачи) упорядочения и согласования человеческой деятельности во времени и пространстве (задачи формирования расписаний).

По существу, вся человеческая деятельность планируется во времени и пространстве. **Расписание** — это синоним организованности, одно из важнейших средств эффективного выполнения любого рода деятельности, любого рода работ (операций). Чем лучше составлено расписание, тем выше производительность труда, тем меньше затраты ресурсов, обусловленные той или иной деятельностью, тем лучше и сами достигаемые результаты, и условия их достижения. Другими словами, оптимальное расписание гарантирует получение наилучших значений показателей, характеризующих конечные результаты деятельности.

Поэтому теория расписаний рассматривается как теоретическая база оптимального календарного планирования.

**Теорией расписаний** называется совокупность моделей календарного планирования и разработанных для их решения (реализации, исследования), прежде всего, методов дискретного программирования.

Особенностью теории расписаний, связанной с задачами для конечных структур, является то, что для многих из этих задач, как правило, существует алгоритм решения, в то время как в классической математике полное решение задачи часто возможно лишь при весьма жестких ограничениях. Примером такого алгоритма может служить алгоритм просмотра всех возможных вариантов, т. е. алгоритм типа **«полного перебора»** (в английской терминологии — «метод проб и ошибок»).

Теория расписаний использует ряд экономико-математических методов: линейного программирования, дискретного программирования, динамического программирования, методы ветвей и границ, сетевого планирования и управления и др.

Модели теории расписаний позволяют, например, решать такие задачи, как определение оптимальной последовательности (очередности) выполнения заказов, обработки деталей на станках, выполнения деталиеопераций при обработке деталей на механическом участке (задача календарного планирования процесса выполнения определенной номенклатуры деталиеопераций при четко заданных производственных характеристиках объекта — *прямая задача календарного моделирования*); планирование работы производственного участка; определение оптимальной последовательности обработки изделий, массивов информации; определение состава и характеристик оборудования, предназначенного для многократного повторения выполнения заданного неизменного комплекса операций либо комплексов операций, близких по своим основным параметрам (задача проектирования — *обратная задача календарного моделирования*); составление календарных планов работы организации (предприятия); календарное планирование осуществления проектов строительства предприятия и производств в рамках развития отрасли, региона, объединения; определение наилучших маршрутов движения. Сложность решения таких задач обусловлена их многовариантностью и, как правило, многокритериальностью.

Многочисленность и определенная неоднородность существующих моделей теории расписаний (моделей календарного планирования) затрудняет их классификацию. Вместе с тем по отдельным классификационным признакам можно произвести достаточно четкое подразделение моделей календарного планирования, которое может оказаться конструктивным при их идентификации для целей практического применения.

Первое существенное **разделение моделей календарного планирования на два класса** производится по признаку «тип задания множества работ и операций». В первом случае множество работ, операций и их характеристик считается полностью заданным к нулевому моменту отсчета системного времени, во втором —

поток (номенклатура и моменты поступления на обслуживание конкретных работ и операций) задается вероятностными законами распределения.

**Целью моделирования на моделях первого класса** является нахождение конкретных расписаний, **второго класса** — определение наилучшей дисциплины обслуживания (правил приоритета очередности выполнения работ и операций) при заданных параметрах потока и объекта управления.

**Модели первого класса** более эффективны для решения нормативных (плановых), главным образом прямых задач календарного моделирования, задач управления на конкретных объектах. **Модели второго класса** более подходят для решения дескриптивных (описательных) задач управления с целью изучения и анализа протекания производственных процессов и выбора оптимальных характеристик объекта, т. е. в интересах решения обратных задач календарного моделирования. Впрочем, такая идентификация достаточно условна, поскольку известны случаи эффективного применения тех и других моделей и в противоположных рекомендуемым областям.

С помощью теории расписаний как теоретической основы методов решения основных задач календарного моделирования (календарного планирования) изучаются модели обоих классов. В ее рамках модели второго класса исследуются на базе хорошо развитой теории массового обслуживания. Для исследования моделей первого класса подобный регулярный аппарат практически не разработан, поэтому в данной главе речь будет идти в основном о моделях первого класса.

**Задачи теории расписаний** — один из видов задач исследования операций, объединяемых в классе задач упорядочения.

**Задачи упорядочения** — класс задач исследования операций, в которых производится выбор дисциплины (порядка, последовательности) обслуживания (выполнения требований, заданий).

Выбор порядка (последовательности) обслуживания называется упорядочением. Таким образом, задачи упорядочения как бы противоположны задачам теории массового обслуживания, в которых порядок выполнения (обслуживания) требований задан.

**Задачи теории расписаний относятся к классу дискретных задач оптимизации**, т. е. задач с конечным множеством вариантов.

По наличию того или иного классификационного признака задачи упорядочения, а соответственно и задачи теории расписаний можно разделить следующим образом.

1. По характеру обслуживания требований (по способу оценки времени выполнения операций (работ) — на **детерминированные и вероятностные (стохастические)**). Если продолжительность операции предполагается точно известной и неизменной, то имеем **детерминированную задачу упорядочения**, в противном случае — **вероятностную**.

2. По характеру учета времени — на **динамические и статические**. Если процесс упорядочения с течением времени меняет свой характер, то имеем **динамическую задачу упорядочения**, в противном случае — **статическую**.

Наибольший практический интерес представляет решение задачи календарного планирования, предусматривающее оценку длительности выполнения задания (проекта, всего комплекса работ, операций; обслуживания требований) в условиях, когда каждая операция (работа, требование) задания связывается с определенным типом станка (устройства, агрегата, пунктом обслуживания), рабочим местом, а число станков каждого типа ограничено. Поскольку в ходе указанной оценки определяются также отрезки времени, в течение которых каждый станок должен выполнять каждую операцию (моменты времени начала и окончания операций на каждом станке, рабочем месте), т. е. составляется программа управления, расписание работы производственной системы, то совокупность методов решения таких задач обычно относят к теории расписаний.

Таким образом, задачей теории расписаний в общем виде является распределение операций как во времени, так и в пространстве — по ограниченному множеству станков (рабочих мест), на которых возможно их выполнение.

«Эталонной» задачей теории расписаний является проблема составления расписания работы технологической линии, известная в литературе под названием задачи Джонсона, по имени С. М. Джонсона, получившего основные аналитические результаты для простейших ситуаций (вариантов) — частных постановок этой задачи [7].

Проблемы теории расписаний с вычислительной точки зрения отличаются большой сложностью. Для того чтобы разобраться в возникающих трудностях и наметить возможные общие подходы, целесообразно первоначально рассмотреть некоторые простейшие задачи, не лишённые вместе с тем прикладного значения.

### ***6.5.1. Постановка детерминированной задачи упорядочения, построение и исследование математической модели***

Начнем с рассмотрения простейших формализованных ситуаций и математических моделей, постепенно учитывая те особенности, которые характерны для решения реальных практических задач теории расписаний.

Сложность проблем теории расписаний продемонстрируем на примере решения задачи о составлении расписания работы технологической линии (задача Джонсона).

**Традиционная постановка задачи Джонсона** состоит в следующем: требуется выбрать порядок обработки номенклатурных позиций (деталей, изделий, предметов труда), сформировать (составить) расписание работы технологической линии, обеспечивающее минимальное суммарное время выполнения всего задания, а именно: за минимальное время осуществить обработку группы из  $m$  деталей, каждая из которых должна последовательно пройти обработку на каждом из  $n$  станков (рабочих мест), образующих технологическую линию. Предполагается заданным  $t_{ij}$  — время обработки  $i$ -й детали ( $i = 1 \dots m$ ) на  $j$ -м станке ( $j = 1 \dots n$ ).

**Основными ограничениями задачи** являются:

1) каждая номенклатурная позиция — деталь (партия деталей) обрабатывается в строго определенном технологическом порядке;

2) каждое обслуживание (обработка каждой детали на каждом станке) не может начинаться, пока соответствующий станок (требуемый для обслуживания) еще занят обработкой предыдущей детали (партии деталей), т. е. занят выполнением технологической операции над деталью предыдущей в очереди подач (запуска в обработку);

3) каждое обслуживание (обработка каждой детали на каждом станке) должно быть полностью завершено прежде, чем начнется следующее (обработка соответствующей детали (партии деталей) — выполнение технологической операции на следующем станке технологической линии), т. е. строгое соблюдение последовательного вида движения каждого предмета труда;

4) время перехода (передачи) деталей (партии деталей) от одного станка к другому (с одной технологической операции на другую) незначительно, и им можно пренебречь.

Рассматриваемая задача — одна из типичных задач производственной и транспортной логистики, например, в оперативно-календарном планировании для машиностроительных предприятий мелкосерийного и единичного производства.

Если в группе предметов труда номенклатурные позиции (детали) различны, то, очевидно, общее время обработки всех номенклатурных позиций (деталей) данной группы зависит от порядка, в котором номенклатурные позиции (детали) запускаются в обработку.

По математической постановке рассматриваемая задача представляет собой комбинаторную задачу на перестановки, и поэтому возможно нахождение ее оптимального решения — построение оптимального графика работы технологической линии в результате полного перебора всех вариантов. Следовательно, для выявления оптимальной последовательности запуска номенклатурных позиций (деталей) в обработку, вообще говоря, требуется полный перебор всех возможных вариантов. Однако получение решения путем прямого перебора всех возможных вариантов и с помощью компьютера становится невозможным даже при сравнительно малом числе данных (деталей, операций, станков). Это обусловлено тем, что даже если ограничиться ситуациями, когда порядок запуска на первый станок сохраняется и в дальнейшем, при поступлении деталей на последующие станки, общее число вариантов будет равно  $m!$ .

Неоспоримое и неоценимое значение метода полного перебора заключается в том, что он принципиально всегда «под рукой». Для конечных множеств допустимых решений, в частности для задачи Джонсона, это означает, следовательно, что существует конечный алгоритм решения задачи, т. е. задача разрешима за конечное время. Проблема, правда, заключается в том, что для метода полного перебора это «конечное» время оказывается неприемлемо большим уже даже в простых ситуациях.

Так, если предположить, что в задаче поиска оптимальной очередности в случае всего 10 деталей затрачивается всего лишь одна минута на построение каждого варианта расписания и вычисление соответствующего ему значения функции-критерия (критерия оптимальности). Тогда нетрудно подсчитать, что при использовании метода полного перебора (число вариантов равно  $10!$ , т. е. 3 628 800 вариантов) и даже при двадцатичетырехчасовом рабочем дне эту задачу пришлось бы решать ... почти семь лет. В случае же 20 деталей (число вариантов равно  $20!$ , т. е.  $2,433 \times 10^{18}$  вариантов) даже с помощью современных, быстродействующих компьютеров такая задача методом полного перебора решалась бы более 77 тысяч лет!

Если же в группе предметов труда номенклатурные позиции (детали) различны и порядок их запуска на первый станок может не сохраняться в дальнейшем, т. е. при поступлении деталей на последующие станки, то, очевидно, общее время обработки всех деталей (партий деталей) рассматриваемой группы зависит от порядка, в котором номенклатурные позиции (детали) запускаются в обработку на каждый станок. Следовательно, общее число возможных вариантов возрастет до огромного числа  $(m!)^n$ .

Решение подобных комбинаторных задач «в лоб» при большом числе номенклатурных позиций (различных деталей) для реальных практических задач оказывается недоступным даже для самых мощных компьютеров.

Следовательно, чтобы разработать метод точного решения такого рода задач, необходимо предложить что-то лучшее, чем примитивный перебор всех возможных вариантов порядка (очередности) запуска.

С. Джонсоном (S. Joynson) данная задача была решена для двух и трех станков (операций) и произвольного числа деталей, обрабатываемых строго последовательно на этих станках (т. е. каждая деталь сначала проходит обработку на первом станке, затем на втором и на третьем). Уже в случае трех станков решение получается сложным, а распространение этого метода (алгоритма Джонсона) на случай четырех и более станков невозможно.

Рассматриваемую задачу, безусловно, можно свести к задаче линейного программирования, но число переменных и число ограничений настолько велико, что решение задачи этим методом невозможно даже с помощью современных компьютеров. Поэтому для решения практических задач оперативно-календарного планирования предлагаются эвристические методы.

Оставив пока в стороне вопрос об общих приемах сокращения объема перебора вариантов порядка (очередности) запуска, рассмотрим **частный вариант постановки задачи Джонсона**, когда число станков (технологических операций)  $n = 2$ . В этом частном случае удастся установить простые приемы нахождения порядка запуска деталей, обеспечивающего **минимизацию суммарного времени простоя второго станка и соответственно минимизацию длительности совокупного производственного цикла** — наименьшую продолжительность выполнения задания (наименьшую длительность расписания), т. е. минимальное суммарное время обработки группы из  $m$  деталей ( $m = 6$ ), каждая из которых должна последовательно пройти обработку на каждом из двух станков (сначала на первом, а затем

на втором станках), образующих технологическую линию. Время обработки  $i$ -й детали ( $i = 1 \dots m$ ) на  $j$ -м станке ( $j = 1, 2$ )  $t_{ij}$  предполагается заданным, и, как правило, для  $i \neq l$ ,  $t_{ij} \neq t_{lj}$ . **Порядок запуска деталей на первый станок сохраняется и в дальнейшем, при поступлении деталей на второй станок.**

В табл. 6.1 представлены исходные данные рассматриваемого примера.

Таблица 6.1

Исходные данные для задачи Джонсона и ее решение

Шифр детали, $i$	Время обработки $i$ -й детали на $j$ -м станке, $t_{ij}$ (мин)		№ очереди, $k$
	1	2	
А	6	5	4
Б	4	2	6
В	6	3	5
Г	5	6	2
Д	7	6	3
Е	4	7	1
$\sum_{i=1}^{m=6} t_{ij}$	32	29	—

На технологической линии, состоящей из двух станков (например, обрабатывающих центров), должна пройти обработку группа номенклатурных позиций, включающая шесть деталей: А, Б, В, Г, Д, Е.

Изобразим графически процесс обработки рассматриваемой группы деталей на двух станках (*операциях*) для следующей произвольно выбранной очередности запуска деталей в обработку: А→Б→В→Г→Д→Е (рис. 6.2) (нумерация деталей в алфавитном порядке и последовательность их обработки совпадают).

На рисунке  $2 T_{II}^{\text{сов}}$  — суммарное время обработки группы из  $m$  деталей ( $m = 6$ ), т. е. **длительность совокупного производственного цикла** — время, которое пройдет от момента начала обработки детали ( $i = А$ ), запускаемой первой, на первом станке ( $j = 1$ ) до момента окончания обработки детали ( $i = Е$ ), запускаемой последней, на втором станке ( $j = 2$ ) рассчитывается по формуле (6.2) и в рассматриваемом примере (см. табл. 6.1) равно 41 мин.

$$T_{II}^{\text{сов}} = \sum_{i=1}^m t_{i2} + T_2^{\text{пр}} = \sum_{i=1}^m t_{i2} + \sum_{k=1}^m T_{k2}^{\text{пр}} = \sum_{i=1}^m t_{i2} + \max_{2 \leq p \leq m} (t_{11}; \sum_{k=1}^p t_{k1} - \sum_{k=1}^{p-1} t_{k2}) = 29 + \max(6; 5; 9; 11; 12; 10) = 29 + 12 = 41, \quad (6.2)$$

где  $t_{i2}$  — время обработки  $i$ -й детали на втором станке,  $i = 1 \dots m$ ;

$\sum_{i=1}^m t_{i2}$  — суммарное время обработки всех деталей на втором станке;

$T_2^{\text{пр}}$  — суммарное время простоя второго станка (оборудования на второй операции);

$T_{k2}^{\text{пр}}$  — время простоя второго станка между окончанием выполнения работы по обработке детали  $(k-1)$ -й очереди запуска на этом станке и началом обработки детали  $k$ -й очереди запуска на том же самом станке (для детали

первой очереди запуска  $T_{12}^{np} = t_{11}$ );

$t_{k1}$  — время обработки детали  $k$ -й очереди запуска на первом станке,  
 $k = 1 \dots p$ ;

$t_{k2}$  — время обработки детали  $k$ -й очереди запуска на втором станке,  
 $k = 1 \dots p-1$ ;

$p$  — натуральное число ( $p \in N$ ).

Критерием оптимальности в данной постановке задачи и соответственно в экономико-математической модели является минимизация длительности совокупного производственного цикла

$$T_u^{\text{сов}} = \sum_{i=1}^m t_{i2} + \max_{2 \leq p \leq m} (t_{11}; \sum_{k=1}^p t_{k1} - \sum_{k=1}^{p-1} t_{k2}) \rightarrow \min. \quad (6.3)$$

Так как суммарное время обработки всех деталей на втором станке, т. е. сумма  $\sum_{i=1}^m t_{i2}$ , известно и в формуле (6.3) для любой очередности запуска деталей является константой, то для того, чтобы обеспечить наименьшее значение длительности совокупного производственного цикла, необходимо минимизировать суммарное время простоя оборудования на второй операции (время простоя второго станка):

$$T_2^{np} = \sum_{k=1}^m T_{k2}^{np} = \max_{2 \leq p \leq m} (t_{11}; \sum_{k=1}^p t_{k1} - \sum_{k=1}^{p-1} t_{k2}) \rightarrow \min. \quad (6.4)$$

В нашем примере (см. рис. 6.2) время простоя второго станка:

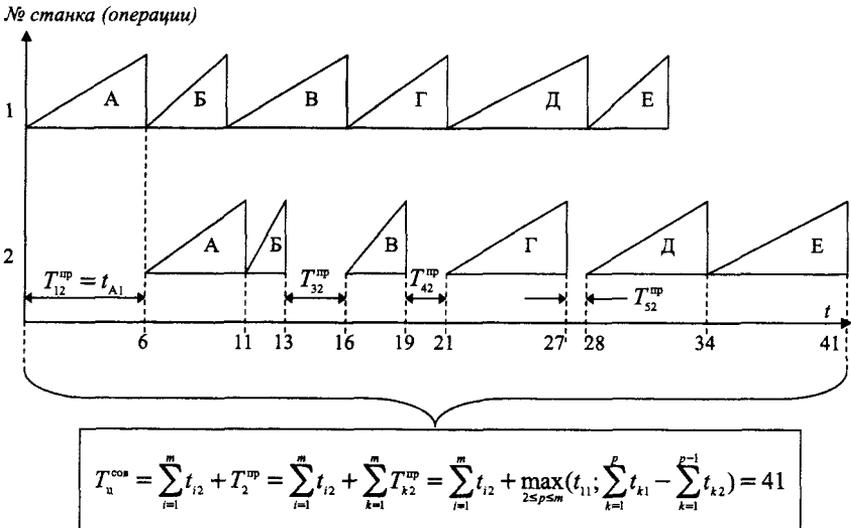


Рис. 6.2. График процесса обработки группы деталей на двух станках

$$T_2^{\text{нр}} = \sum_{k=1}^6 T_{k2}^{\text{нр}} = 6 + 0 + 3 + 2 + 1 + 0 = \max_{2 \leq p \leq m} (t_{11}; \sum_{k=1}^p t_{k1} - \sum_{k=1}^{p-1} t_{k2}) = 12. \quad (6.5)$$

Если для решения рассматриваемой задачи использовать метод полного перебора, то при наличии  $m$  деталей и двух станков и при условии, что все детали обрабатываются сначала на первом, а затем на втором станке в одинаковом порядке на каждом из них, как было показано выше, существует  $m!$  возможных вариантов (последовательностей запуска деталей в обработку), т. е. для нашего примера имеется  $6! = 720$  вариантов.

Известен весьма простой алгоритм для нахождения оптимальной последовательности (порядка, очередности) обработки  $m$  деталей на двух станках — алгоритм Джонсона.

Указанный алгоритм включает следующие основные шаги:

1) выбирается деталь с наименьшей продолжительностью обработки на одном из станков; в нашем примере на первой итерации это деталь Б ( $\min t_{ij} = t_{B2} = 2$ );

2) выбранная деталь помещается в начало очереди, если наименьшая продолжительность обработки соответствует первому станку, или в конец очереди, если — второму станку; в нашем примере деталь Б помещается в конец очереди ( $k = 6$ );

3) строка(и) табл. 6.1, соответствующая(ие) выбранной(ым) детали(ям) исключается(ются) из дальнейшего рассмотрения (вычеркивается(ются));

4) выбирается деталь среди оставшихся со следующей наименьшей продолжительностью обработки на одном из станков; в нашем примере на второй итерации это деталь В, на третьей итерации это деталь Е, на четвертой итерации это детали А и Г, на последней итерации это деталь Д;

5) выбранная деталь помещается ближе к началу или к концу очереди по указанному в шаге 2 правилу; в нашем примере на второй итерации деталь В помещается ближе к концу очереди ( $k = 5$ ), перед деталью Б, на третьей итерации деталь Е помещается в начало очереди ( $k = 1$ ), на четвертой итерации деталь А помещается ближе к концу очереди ( $k = 4$ ), а деталь Г помещается в начало очереди ( $k = 2$ ) следующей за деталью Е, на последней итерации деталь Д помещается ближе к концу очереди ( $k = 3$ );

6) если определена очередность запуска для всех деталей рассматриваемой группы, то решение получено, иначе переходим к шагу 3.

В итоге реализации данного алгоритма можно получить оптимальное расписание работы двух станков (рис. 6.3). В нашем примере (см. табл. 6.1) найдена оптимальная очередность запуска деталей в обработку —  $E \rightarrow \Gamma \rightarrow D \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow B$ . В последней графе табл. 6.1 показан номер очереди запуска ( $k$ ) соответствующей детали в обработку на каждом станке технологической линии.

После выбора оптимальной очередности запуска деталей в обработку по формуле (6.4) определяется суммарное время простоя второго станка  $T_2^{\text{нр}}$  которое является минимальным из всех возможных значений  $T_2^{\text{нр}}$  для всего множества вариантов графиков. В рассматриваемом примере (см. табл. 6.1 и рис. 6.3) время простоя второго станка равно 5 мин:

$$\begin{aligned}
 T_2^{\text{np}} &= \sum_{k=1}^6 T_{k2}^{\text{np}} = 4 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 = \\
 &= \max(t_{11}; \sum_{k=1}^p t_{k1} - \sum_{k=1}^{p-1} t_{k2}) = \max(4; 2; 3; 3; 3; 5) = 5.
 \end{aligned}
 \tag{6.6}$$

Затем по формуле (6.2) рассчитывается длительность совокупного производственного цикла. В нашем примере (см. табл. 6.1 и рис. 6.3) длительность совокупного производственного цикла равна 34 мин:

$$\begin{aligned}
 T_{\text{ц}}^{\text{сов}} &= \sum_{i=1}^6 t_{i2} + T_2^{\text{np}} = 29 + 5 = \sum_{i=1}^6 t_{i2} + \sum_{k=1}^6 T_{k2}^{\text{np}} = 29 + (4 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1) = \\
 &= \sum_{i=1}^6 t_{i2} + \max(t_{11}; \sum_{k=1}^p t_{k1} - \sum_{k=1}^{p-1} t_{k2}) = 29 + \max(4; 2; 3; 3; 4; 5) = 29 + 5 = 34.
 \end{aligned}
 \tag{6.7}$$

Для анализируемого графика (см. рис. 6.3) длительность совокупного производственного цикла можно определить, используя другую формулу:

$$\begin{aligned}
 T_{\text{ц}}^{\text{сов}} &= \sum_{k=1}^6 t_{k1} + t_{\text{Б}2} = \sum_{i=1}^6 t_{i1} + t_{\text{Б}2} = (6 + 4 + 6 + 5 + 7 + 4) + 2 = 32 + 2 = \\
 &= \sum_{i=1}^6 t_{i2} + T_2^{\text{np}} = \sum_{i=1}^6 t_{i2} + (\sum_{k=1}^6 t_{k1} - \sum_{k=1}^5 t_{k2}) = 29 + 5 = 34.
 \end{aligned}
 \tag{6.8}$$

Полученная таким образом величина длительности совокупного производственного цикла также является минимальной из всех возможных для заданных условий.

№ станка (операции)

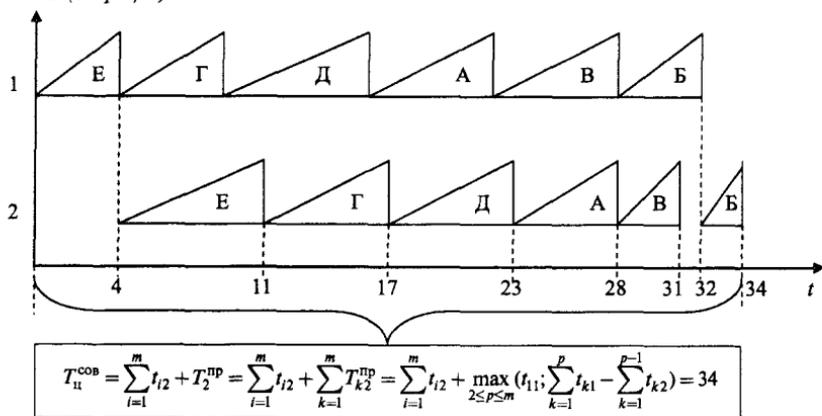


Рис. 6.3. График оптимального расписания работы двух станков

Анализируя расписание работы технологической линии для случая произвольной очередности обработки деталей, например  $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma \rightarrow D \rightarrow E$  (см. рис. 6.2), можно определить следующее:

— во-первых, суммарное время обработки всех деталей на первом станке

$$\sum_{i=1}^m t_{i1} = 32 \text{ мин, на втором станке } \sum_{i=1}^m t_{i2} = 29 \text{ мин;}$$

— во-вторых, первый станок не простаивает в ожидании поступления деталей на обработку, т. е.  $T_1^{\text{пр}} = 0$ ;

— в-третьих, второй станок ожидает:

первую поданную деталь (А) в течение 6 мин;

третью поданную деталь (В) в течение 3 мин;

четвертую поданную деталь (Г) в течение 2 мин;

пятую поданную деталь (Д) в течение 1 мин;

и, следовательно, суммарное время простоя второго станка  $T_2^{\text{пр}}$  равно 12 мин;

— в-четвертых, имеет место пролеживание деталей после завершения их обработки на первой операции в ожидании освобождения второго станка, занятого обработкой соответствующих деталей предыдущих очередей запуска, а именно:

пролеживание детали Б, равное 1 мин;

пролеживание детали Е, равное 2 мин;

таким образом, суммарное время пролеживания деталей перед вторым станком  $T_2^{\text{пр.д}}$  равно 3 мин;

— в-пятых, если все детали рассматриваемой группы поступают на первый станок одновременно, то имеет место их пролеживание на первой операции перед запуском в обработку в ожидании освобождения первого станка, занятого обработкой соответствующих деталей предыдущих очередей запуска, а именно:

пролеживание детали Б, равное 6 мин;

пролеживание детали В, равное 10 мин;

пролеживание детали Г, равное 16 мин;

пролеживание детали Д, равное 21 мин;

пролеживание детали Е, равное 28 мин;

следовательно, суммарное время пролеживания деталей перед первым станком  $T_1^{\text{пр.д}}$  составит 81 мин, а общее суммарное время пролеживания деталей на технологической линии  $T^{\text{пр.д}}$  будет равно 84 мин:

$$T^{\text{пр.д}} = T_1^{\text{пр.д}} + T_2^{\text{пр.д}} = 81 + 3 = 84. \quad (6.9)$$

Анализируя расписание работы технологической линии для случая оптимальной очередности запуска деталей в обработку —  $E \rightarrow \Gamma \rightarrow D \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow B$  (см. рис. 6.3), можно определить следующее:

— во-первых, суммарное время обработки всех деталей на первом станке

$$\sum_{i=1}^m t_{i1} = 32 \text{ мин, на втором станке } \sum_{i=1}^m t_{i2} = 29 \text{ мин;}$$

— во-вторых, первый станок не простаивает в ожидании поступления деталей на обработку, т. е.  $T_1^{пр} = 0$ ;

- в-третьих, второй станок ожидает:
  - первую поданную деталь (Е) в течение 4 мин;
  - шестую поданную деталь (Б) в течение 1 мин;

и, следовательно, суммарное время простоя второго станка  $T_2^{пр}$  равно 5 мин;

- в-четвертых, имеет место пролеживание деталей после завершения их обработки на первой операции в ожидании освобождения второго станка, занятого обработкой соответствующих деталей предыдущих очередей запуска, а именно:
  - пролеживание детали Г, равное 2 мин;
  - пролеживание детали Д, равное 1 мин;
  - пролеживание детали А, равное 1 мин;

таким образом, суммарное время пролеживания деталей перед вторым станком  $T_2^{пр.д}$  равно 4 мин;

- в-пятых, если все детали рассматриваемой группы поступают на первый станок одновременно, то имеет место их пролеживание на первой операции перед запуском в обработку в ожидании освобождения первого станка, занятого обработкой соответствующих деталей предыдущих очередей запуска, а именно:

- пролеживание детали Г, равное 4 мин;
- пролеживание детали Д, равное 9 мин;
- пролеживание детали А, равное 16 мин;
- пролеживание детали В, равное 22 мин;
- пролеживание детали Б, равное 28 мин;

следовательно, суммарное время пролеживания деталей перед первым станком  $T_1^{пр.д}$  составит 79 мин, а общее суммарное время пролеживания деталей на технологической линии  $T^{пр.д}$  будет равно 83 мин:

$$T^{пр.д} = T_1^{пр.д} + T_2^{пр.д} = 79 + 4 = 83. \quad (6.10)$$

Полученное оптимальное расписание (см. рис. 6.3) по сравнению с выбранной ранее произвольной очередностью обработки деталей  $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow G \rightarrow D \rightarrow E$  (см. рис. 6.2) уменьшает суммарное время простоя второго станка (ожидания обработки на второй операции) с 12 до 5 минут, т. е. на 7 минут (на 58,3%). Общее время обработки всех деталей группы с учетом времени ожидания — длительность совокупного производственного цикла ( $T_{ц}^{сов}$ ), тем самым сокращается с 41 до 34 минут, т. е. на 17%. Кроме того, общее суммарное время пролеживания деталей на технологической линии  $T^{пр.д}$  уменьшилось на 1 минуту.

Рассмотренный выше алгоритм Джонсона для нахождения оптимальной последовательности (порядка, очередности) обработки деталей на двух станках позволяет в этом частном случае установить простые правила нахождения оптимального порядка запуска деталей, обеспечивающего наименьшую длительность расписания.

Прежде чем сформулировать эти правила, выделим из множества всех деталей  $I$  первое подмножество

$$\mathfrak{R}_1 = \{i | t_{i1} \leq t_{i2}\}, \quad (6.11)$$

т. е. подмножество деталей, для которых время обработки на первом станке меньше, чем на втором, или равно, и соответственно второе подмножество

$$\mathfrak{R}_2 = \{i | t_{i1} > t_{i2}\} \quad (6.12)$$

деталей, для которых время обработки на втором станке меньше, чем на первом. Следовательно,

$$I = \mathfrak{R}_1 \cup \mathfrak{R}_2, \text{ т. е. } i \in I \Rightarrow \text{либо } i \in \mathfrak{R}_1, \text{ либо } i \in \mathfrak{R}_2, i = 1 \dots m. \quad (6.13)$$

Тогда правила нахождения оптимального порядка (очередности) запуска деталей в обработку одинакового(й) для каждого станка технологической линии можно сформулировать следующим образом.

Запускаем сначала детали из множества  $\mathfrak{R}_1$ , а затем из множества  $\mathfrak{R}_2$ , т. е. так, чтобы детали, для которых время обработки на первом станке меньше, чем на втором, или равно, пошли на обработку раньше. Внутри первого подмножества детали упорядочиваются по возрастанию величин  $t_{i1}$ , (чем короче первая операция, тем раньше запускается деталь); внутри второго подмножества детали упорядочиваются по убыванию величин  $t_{i2}$ , (чем длиннее вторая операция, тем раньше запускается деталь).

Установленный таким образом порядок запуска оказывается оптимальным в том смысле, что он обеспечивает минимальное суммарное время простоя второго станка, а следовательно, и наименьшую длительность расписания (длительность совокупного производственного цикла).

Доказательство этого утверждения, поскольку оно привлекает своим изяществом и вместе с тем демонстрирует действительный уровень сложности даже этой весьма частной проблемы теории расписаний, можно найти в работах Р. Беллмана.

Алгоритм Джонсона позволяет находить оптимальные решения задачи Джонсона в частной постановке для случая двух станков и при использовании в качестве критерия оптимальности минимизацию суммарного времени простоя второго станка или минимизацию длительности совокупного производственного цикла.

Для решения задачи Джонсона в частной постановке для случая двух станков как многокритериальной, т. е. нахождения оптимальной очередности обработки деталей, обеспечивающей при минимальной длительности совокупного производственного цикла и минимальном суммарном времени простоя второго станка также и минимизацию суммарного пролёживания деталей на технологической линии, следует уточнить второй шаг приведенного выше алгоритма Джонсона. А именно: выбранная деталь помещается в начало очереди, если наименьшая продолжительность обработки соответствует первому станку, или в конец оче-

реди, если — второму станку; если у двух или более деталей оказались равные наименьшие продолжительности обработки, то каждая из двух возможных подгрупп деталей помещается соответственно или в начало очереди, если наименьшая продолжительность обработки у деталей подгруппы соответствует первому станку (подгруппа 1), или в конец очереди, если — второму станку (подгруппа 2); внутри первой подгруппы детали упорядочиваются по возрастанию величин  $t_{2i}$  (чем короче вторая операция, тем раньше запускается деталь — это правило способствует минимизации времени пролеживания деталей на второй операции); внутри второй подгруппы детали упорядочиваются по возрастанию величин  $t_{1i}$  (чем короче первая операция, тем раньше запускается деталь — это правило способствует минимизации времени пролеживания деталей на первой операции).

Заметим также, что для рассматриваемого примера (см. табл. 6.1) существует еще один оптимальный вариант расписания работы технологической линии по выбранному критерию (рис. 6.4), обеспечивающий как минимальную длительность совокупного производственного цикла ( $T_{\Pi}^{\text{сов}} = 34$ ) и минимальное суммарное время простоя второго станка ( $T_2^{\text{пр}} = 5$ ), так и минимальное суммарное пролеживание всех деталей на второй операции, равное нулю ( $T_2^{\text{пр.д}} = 0$ ), а также минимальное суммарное время пролеживания всех деталей на технологической линии  $T^{\text{пр.д}}$ , равное 82 минутам.

$$T_1^{\text{пр.д}} = 82 \text{ мин}, \quad T_2^{\text{пр.д}} = 0, \quad T^{\text{пр.д}} = T_1^{\text{пр.д}} + T_2^{\text{пр.д}} = 82 + 0 = 82 \text{ мин.}$$

Следовательно, для задачи Джонсона в частной постановке для случая двух станков, которая имеет два и более вариантов оптимального решения (оптимальной очередности обработки деталей) по критерию минимальности длительности совокупного производственного цикла, возможен выбор лучшего из них по критерию минимальности суммарного времени пролеживания всех деталей на технологической линии и, таким образом, возможно решение задачи Джонсона как многокритериальной.

В случае, когда число станков  $n > 2$ , столь простых правил, приведенных выше, оптимального упорядочивания запуска деталей в обработку и решения соответствующей задачи Джонсона не существует.

Решение подобного рода комбинаторных задач облегчается применением так называемого **метода «ветвей и границ»**, который, во-первых, позволяет упорядочить все множество вариантов, а во-вторых, что более существенно, дает надежду на то, что удастся избежать полного перебора при построении точного решения или указать величину погрешности при нахождении приближенного.

Основная идея метода «ветвей и границ» состоит в том, чтобы вместо перебора всех возможных вариантов запуска деталей в обработку, использовать для выделения вариантов, «подозрительных» на оптимальность, свойства подмножеств вариантов более высоких уровней, в которые они входят, и соответствующие оценки нижних границ подмножеств.

Существенно, что обнаружение для подмножества любого уровня факта, что его оценка не лучше рекорда, позволяет отбросить, отсечь все это подмножество, не проверяя конкретных вариантов, входящих в него. Порядок же сравнения оценок нижних границ подмножеств с рекордом в известной мере произволен (известны различные варианты схем улучшения, одни из которых требуют больших затрат объема памяти компьютера, другие, по-видимому, более эффективны по быстродействию).

Заметим лишь, что вычисление самих оценок достаточно трудоемко и по существу также требует большого числа переборов со сравнением. Для упрощения можно использовать несколько более грубые оценки, например, как в модификации метода «ветвей и границ», известной под названием *c*-ветвления (нахождение предварительного варианта, дающего расписание, близкое к оптимальному с заранее заданной точностью приближения). Очевидно, что такое огрубление позволяет, вообще говоря, быстрее производить отсеечение подмножеств вариантов. Однако и в этом случае построение оценок остается процессом, требующим больших затрат вычислительного времени, что по существу и определяет реальные возможности метода «ветвей и границ» в задачах этого типа.

Метод «ветвей и границ» очевидно, является процедурой направленного перебора. При этом теоретически нельзя гарантировать, что в ходе процедуры не придется перебрать все варианты. Однако численные эксперименты обычно подтверждают его эффективность по сравнению с полным перебором, причем ясно, что эта эффективность зависит от близости оценок к точным границам. Заметим также, что достоинством метода является возможность оценить близость любого промежуточного результата к действительному оптимуму.

Методом «ветвей и границ» удачно решались задачи, где было число деталей  $n \leq 10$ , а число станков  $m \leq 30$ . Необходимо отметить также, что, во-первых,

№ станка (операции)

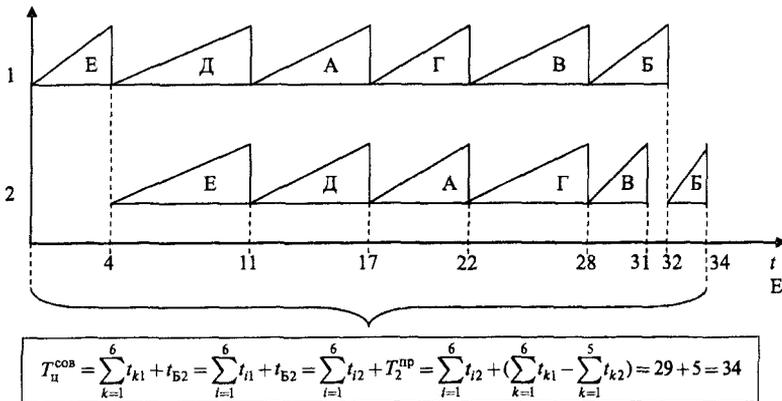


Рис. 6.4. График оптимального расписания работы двух станков (решение задачи Джонсона как многокритериальной)

рассуждения велись при упрощающей гипотезе о достаточности выбора порядка только на первом станке, а во-вторых, что даже если реальная структура задания укладывается в схему задачи Джонсона, то число станков  $n$  и число деталей  $m$ , подлежащих обработке в рамках задания, представляющего практический интерес, обычно существенно превышают указанные числа ( $n > 10$ ,  $m > 30$ ). Поэтому прикладные возможности метода «ветвей и границ», равно как и других точных методов, для решения задач составления оптимальных расписаний весьма ограничены, что и приводит к необходимости рассмотрения **эвристических процедур** и использования **эвристических экономико-математических методов**.

Вообще говоря, установив некоторые свойства оптимального варианта, можно значительно сузить множество допустимых решений, вплоть до получения конечного множества, где часто оказывается возможным применить метод перебора.

Однако методы решения типа «полного перебора» очень трудоемки и практически малопригодны, в связи с чем возникает ряд новых задач, связанных с условиями, ограничивающими перебор и приводящими к сведению индивидуальных задач, характеризующихся конкретными значениями параметров, к массовой проблеме, характеризующейся бесконечным множеством значений параметров; возникают задачи в наложении ограничений, естественных для этого класса задач, на средства решения и т. п. Постановка такого рода вопросов и разработка методик осуществляется на конкретных моделях, доставляемых различными разделами математики. К их числу относятся, например, модели минимизации булевых функций и синтеза управляющих систем из теории кибернетики.

И все же отдадим должное методу перебора: его полезно использовать в ряде случаев, во-первых, для решения сравнительно простых задач, во-вторых, хотя бы для оценки того, насколько тот или иной предложенный экономико-математический метод решения задачи лучше (эффективнее) других или лучше метода перебора — такое сравнение делается довольно часто. В-третьих, многие эффективные экономико-математические методы решения дискретных задач оптимизации (т. е. задач с конечным множеством вариантов) «изобретаются» вроде бы как некоторое «улучшение» метода перебора.

На практике предложены и используются и так называемые случайные ветвления (при построении дерева решений), когда очередь подач деталей в обработку выбирается для ветвления случайно, в соответствии с некоторой заданной или вычисляемой вероятностью выбора очередности запуска. Такие схемы ветвления являются естественным применением идей случайного поиска решений к отысканию оптимума.

При случайных ветвлениях всегда есть положительная вероятность получения оптимума, для одних способов задания (вычисления) вероятностей выбора очередности запуска деталей для ветвления большая, для других — меньшая.

Разработаны методы, в которых вероятность получения оптимума увеличивается по мере решения задачи — такие методы получили название методов адаптации.

Показано, что лучшая адаптация достигается при так называемом человеко-машинном решении задач в режиме диалога.

Перспективны, по-видимому, попытки продвинуться вперед в решении задач составления расписаний созданием эвристических экономико-математических методов и экспертных систем на основе использования систем поддержки принятия управленческих решений и современных компьютерных информационных технологий и систем.

### ***6.5.2. Экономико-математические модели и методы, используемые при решении комплекса задач определения очередности запуска-выпуска***

Среди практических задач, относящихся к функциональной области производственной логистики, выделяется **комплекс задач определения очередности запуска-выпуска**.

Рассматриваемая задача — одна из типичных задач производственной логистики, например, в оперативно-календарном планировании для организаций (предприятий), прежде всего серийного, мелкосерийного и единичного производства.

Промышленные организации с массовым и крупносерийным выпуском товарной продукции, как правило, также имеют и значительные по удельному весу серийные участки (цехи) малотрудоемких деталей. Практика отечественного машиностроения убедительно подтвердила прогрессивность и высокую технико-экономическую эффективность групповой организации производства на этих участках (в цехах). Но на пути развития и широкого внедрения группового производства и гибких производственных систем встречается ряд трудностей, в частности, связанных с разработкой и принятием управленческих решений по комплексу задач оперативного планирования основного производства (ОПОП). Одной из таких задач является формирование экономико-математической модели хода производства — подетально-пооперационных планов-графиков (ПППГ) работы многопредметных партионно-групповых поточных линий (МППЛ).

В общем случае задача формирования ПППГ работы МППЛ (задача регламентации работы многономенклатурного производства) имеет место при наличии неодинаковых технологических маршрутов изготовления предметов труда (заготовок, деталей, изделий), что является характерным для машиностроения. Пусть имеется  $n$  партий деталей ( $i$ -х номенклатурных позиций,  $i = 1, 2 \dots n$ ), которые необходимо обработать на  $m$  рабочих местах, известны технологический процесс изготовления этих деталей (последовательность  $j$ -х операций,  $j = 1, 2 \dots m$ ) и штучные трудоемкости деталей ( $t_{ij}^{\text{шт}}$  — продолжительность обработки  $i$ -й детали на  $j$ -й операции), установлен объем их выпуска  $N_i$  (размер  $i$ -й партии деталей) на  $t$ -й плановый период. Требуется определить такую последовательность поступления (запуска) партий деталей в обработку на каждое рабочее место технологической линии, чтобы обеспечить минимизацию или максимизацию критериальной функции.

Передовая практика ОПОП и специальная литература в области оперативно-календарного планирования демонстрируют достаточно разнообразный набор постановок задачи указанного класса, доведенных до конкретных алго-

ритмов, базирующихся на методах теории расписаний (работы В. И. Дудорина, С. А. Думлера, Б. И. Кузина, Ф. И. Парамонова, В. А. Петрова, С. А. Соколицина, Р. Беллмана, С. М. Джонсона, Д. Томпсона, Д. Хедли, Г. Фишера и др.). Тем не менее для построения соответствующей экономико-математической модели и решения на ее основе рассматриваемой задачи формирования оптимального графика в общем случае при различных технологических маршрутах по каждой номенклатурной позиции (детали) практически неприемлем ни один из известных по литературным источникам методов.

Поиски оптимальных методов составления графиков ведутся главным образом в области следующей частной задачи: составление плана-графика в условиях, когда все детали имеют одинаковый или однородный технологический маршрут. Это характерно для предметных участков и линий при конструктивно-технологическом сходстве обрабатываемых деталей, т. е. для многопредметных партионно-групповых поточных линий — одной из самых прогрессивных форм организации производственных процессов в машиностроении, и гибких производственных систем.

В крупносерийном и массовом производствах метод групповой технологии обработки целесообразно применять при коротком цикле изготовления деталей (изделий) или при коэффициенте закрепления операций, равном или больше двух.

Основной и наиболее сложной проблемой в построении поддетально-пооперационного плана-графика является определение оптимальной или рациональной очередности обработки предметов труда и установление моментов времени их запуска в обработку для каждой операции технологического процесса.

Сложность выбора очередности обработки деталей объясняется тем, что число вариантов их запуска в обработку, из которых выбирается оптимальный, оказывается чрезвычайно большим ( $n!$ ) даже при относительно малом количестве наименований обрабатываемых предметов труда. Наиболее обстоятельно вопрос вариантности при движении партий деталей по станкам с учетом важнейших технологических и экономико-организационных факторов исследован в работах С. А. Соколицина.

Большинство эмпирических исследований, расчет и анализ данных, характеризующих сложность выбора оптимальной очередности запуска предметов труда методом полного перебора для реальных производственных условий, позволяют сделать вывод, что метод полного перебора вариантов даже при использовании современных компьютеров неприемлем для решения рассматриваемой задачи. Поэтому требуются специальные методы, позволяющие решать задачу в практически приемлемые сроки.

В этой связи часто оказывается выгоднее применять рациональное решение, близкое к оптимальному, чем затрачивать значительные средства на поиск оптимального результата.

Целесообразный вариант управленческого решения не обязательно должен быть оптимальным с позиции математической оптимизации. Тем более что, по определению академика РАН Л. А. Мелентьева, в экономике по каждой проблеме имеется не одно, а зона оптимальных решений. Л. А. Мелентьев ввел понятия эко-

номической устойчивости и экономической неопределенности управленческих решений. Экономическая устойчивость характеризуется тем, что в зоне оптимума кривая минимизируемого (максимизируемого) функционала идет очень полого и есть несколько (а не одна) точек с практически одинаковым значением, т. е. частная производная от функционала по рассматриваемому параметру близка или равна нулю. Экономическая неопределенность заключается в том, что в силу погрешностей исходной информации минимизируемый (максимизируемый) функционал описывается не математической кривой, а зоной. Сочетание экономической устойчивости и экономической неопределенности приводит к тому, что в результате оптимизации получается не один, а несколько оптимальных вариантов, находящихся в зоне допустимых рациональных решений, т. е. при том или ином отклонении прогнозируемой исходной величины от ее математического ожидания каждое значение функционала, находящееся в этой зоне, может оказаться оптимальным. Поэтому выбирается не просто оптимальный вариант управленческого решения, а целесообразный вариант из находящихся в зоне оптимума (оптимальных его вариантов).

Теория и практика математического моделирования, использования экономико-математических методов и компьютерной поддержки разработки управленческих решений позволяют выделить ряд подходов к созданию экономико-математических моделей рассматриваемых логистических систем и решению задачи определения очередности запуска-выпуска номенклатурных позиций. В настоящее время известны два принципиально различных подхода к моделированию рассматриваемых логистических систем и соответственно к определению очередности запуска деталей в производство в зависимости от степени приближения к экстремальному (оптимальному) результату.

Первый подход основан на точных методах решения задачи. К таким методам относятся следующие:

- целочисленного линейного программирования;
- динамического программирования;
- комбинаторные: метод последовательного конструирования, анализа и отсеивания вариантов; метод «ветвей и границ» и его модификации;
- полного перебора.

Второй подход основан на приближенных методах решения рассматриваемой задачи. К этим методам относятся следующие:

- частичного перебора: методы, использующие усеченный алгоритм метода «ветвей и границ»; метод цифрового моделирования;
- направленного перебора;
- статистических испытаний (моделирования);
- теории массового обслуживания;
- аналитико-приоритетные;
- эвристические: методы локальных правил предпочтения и методы, использующие локальные правила с заданием функции предпочтения.

Применение математического аппарата при реализации точных методов для решения рассматриваемой задачи сопряжено с серьезными трудностями анали-

тического характера из-за большой размерности практических задач и высокого динамизма производственного процесса (исследуемого объекта). Применять точные методы, даже при использовании современных быстродействующих компьютеров, вряд ли возможно и экономически оправданно. Поэтому такие методы имеют очень ограниченное практическое применение.

Приближенные методы обеспечивают локальную оптимизацию характеристик плана-графика, но не гарантируют оптимизации процесса в целом, поэтому область их использования также ограничена.

Систематизация и обобщение накопленного материала по данной проблеме и его критическая оценка достаточно полно выполнена Ф. И. Парамоновым и В. А. Петровым. К их выводам можно добавить лишь следующее.

Характерным для всех перечисленных методов является то, что в них не учитывается ряд важных факторов и требований целесообразности, которые представляются весьма существенными при построении подетально-пооперационного плана-графика, в частности специфика технологических процессов, накладываемые производственной системой важнейшие экономические, организационные, плановые ограничения и др.

Обилие зарубежной литературы по теории расписаний не является пока отражением или обобщением массовой практики промышленных организаций в данной области. В этом отношении исследования и разработки российских ученых выгодно отличаются своей научно-практической направленностью на разработку приближенных методов решения задач календарного планирования с максимальным удовлетворением запросов практики.

При отборе для применения того или иного приближенного метода можно использовать для их сравнения и оценки следующие признаки: возможность и простоту их реализации на компьютере; универсальность; возможность решения задачи практически требуемых (больших) размеров, относительно небольшое время реализации; возможность учета комплекса наиболее важных факторов и требования целесообразности; удобство последующей корректировки (в процессе мониторинга исполнения управленческого решения) ПППГ в случае возникновения отклонений в его выполнении; обеспечение получения оптимального или близкого к нему плана-графика. Создание таких методов представляет собой весьма сложную проблему.

Среди известных по специальной литературе экономико-математических методов построения подетально-пооперационных планов-графиков наибольший практический интерес представляют методы В. А. Петрова и Ф. И. Парамонова. Первый практически не накладывает никаких особых ограничений на тип решаемой задачи и в отличие от многих других методов имеет ряд технико-организационных преимуществ, которые выражаются в реалистичности, точности, простоте и гибкости.

Удачным является и метод Ф. И. Парамонова. Анализ вариантов различной последовательности запуска-выпуска партий деталей позволил Ф. И. Парамонову сделать вывод о том, что совокупная длительность производственного цикла изготовления этих деталей определяется величинами опережения запуска и вы-

пуска деталей на связанных подачей деталей рабочих местах поточной линии. Автором эти опережения были названы «смещениями». Однако использование метода Ф. И. Парамонова приводит к значительному удлинению совокупного производственного цикла обработки деталей в случае, если имеется большая диспропорция трудоемкостей выполнения отдельных операций. В этих случаях гораздо экономичнее создавать оборотные заделы на начало периода обслуживания или планировать простои оборудования на коротких операциях и тем самым значительно сократить длительность совокупного производственного цикла. Кроме того, рассматриваемый метод предполагает планирование работы оборудования только для случая непрерывной обработки всех партий деталей одной группы на каждом рабочем месте, и тем самым исключается возможность максимального запараллеливания обработки каждой отдельной партии деталей на поточной линии, что также приводит к увеличению длительности совокупного производственного цикла. Следовательно, в случаях с резкими колебаниями времени обработки деталей на различных технологических операциях применение метода Ф. И. Парамонова менее эффективно.

На рис. 6.5 и 6.6 представлены примеры построения графиков обработки  $i$ -й партии деталей ( $N_i = 8$ ) при параллельно-последовательном виде движения предметов труда и передаче деталей  $i$ -й партии с  $j$ -й операции (с первой операции) на  $(j+1)$ -ю операцию (вторую операцию) передаточными партиями ( $p_i = 2$ ), для двух возможных вариантов соотношения штучной трудоемкости (продолжительности обработки детали) на смежных операциях рассматриваемой пары связанных рабочих мест  $t_{i,j}^{\text{шт}} > t_{i,j+1}^{\text{шт}}$  и  $t_{i,j}^{\text{шт}} < t_{i,j+1}^{\text{шт}}$ .

Если в рассматриваемом примере передаточная партия будет равна одной штучке ( $p_i = 1$ ), т. е. детали с первой операции на вторую операцию рассматриваемой пары связанных рабочих мест передаются поштучно, и на второй операции ( $j = 2$ ) имеется межоперационный оборотный задел данного вида (шифра) детали, равный одной штучке ( $Z_j = Z_2 = 1$ ), то графики, представленные на рис. 6.5 и 6.6, преобразуются в графики, представленные на рис. 6.7 и 6.8.

Для общего случая ( $i = 1, 2 \dots n, j = 1, 2 \dots m$ ) при параллельно-последовательном виде движения предметов труда это условие можно сформулировать следующим образом: передаточная партия каждого вида (шифра) детали будет равна одной штучке ( $p_i = 1, i = 1, 2 \dots n$ ), т. е. детали с операции на операцию передаются поштучно, и на каждой  $j$ -й операции начиная со второй, имеется межоперационный оборотный задел каждого вида (шифра), детали равный одной штучке ( $Z_j = 1, i = 1, 2 \dots n, j = 2, 3 \dots m$ ).

В таблице 2 представлены исходные данные для решения задачи определения очередности запуска партий деталей в обработку и формирования расписания работы технологической линии при параллельно-последовательном виде движения предметов труда и одинаковых технологических процессах для всех деталей рассматриваемой группы (А, Б, В, Г, Д).

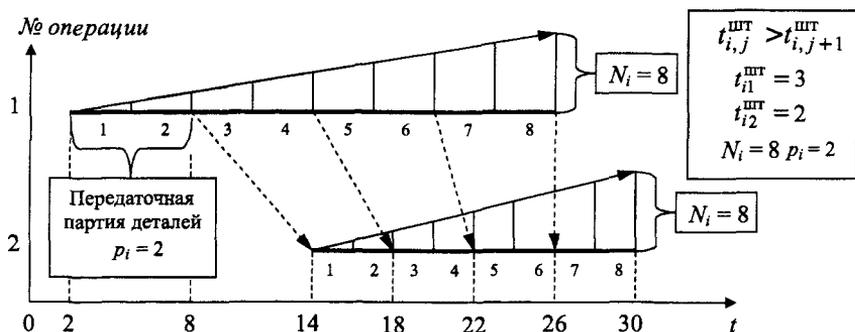


Рис. 6.5. График обработки  $i$ -й партии деталей ( $N_i = 8$ ) при параллельно-последовательном виде движения предметов труда и передаче деталей с операции на операцию партиями ( $p_i = 2$ ) для первого варианта соотношения штучной трудоемкости ( $t_{i,j}^{шт} > t_{i,j+1}^{шт}$ )

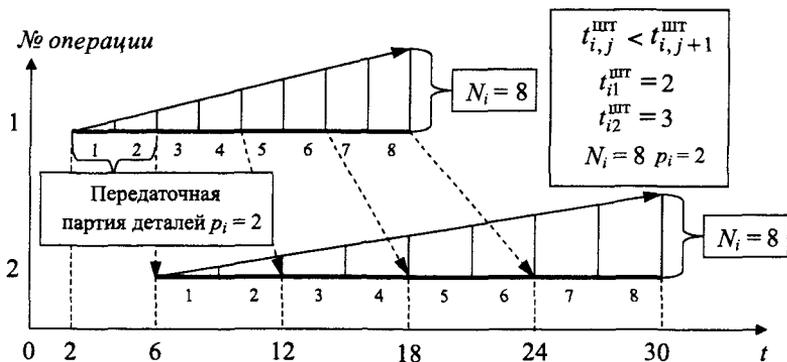


Рис. 6.6. График обработки  $i$ -й партии деталей ( $N_i = 8$ ) при параллельно-последовательном виде движения предметов труда и передаче деталей с операции на операцию партиями ( $p_i = 2$ ) для второго варианта соотношения штучной трудоемкости ( $t_{i,j}^{шт} < t_{i,j+1}^{шт}$ )

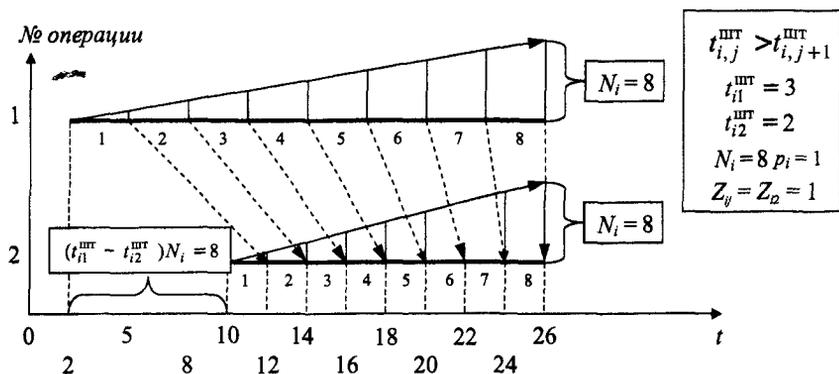


Рис. 6.7. График обработки  $i$ -й партии деталей ( $N_i = 8$ ) при параллельно-последовательном виде движения предметов труда, передаче деталей с операции на операцию поштучно ( $p_i = 1$ ) и наличии межоперационного оборотного задела ( $Z_y = Z_z = 1$ ) для первого варианта соотношения штучной трудоемкости ( $t_{i,j}^{шт} > t_{i,j+1}^{шт}$ )

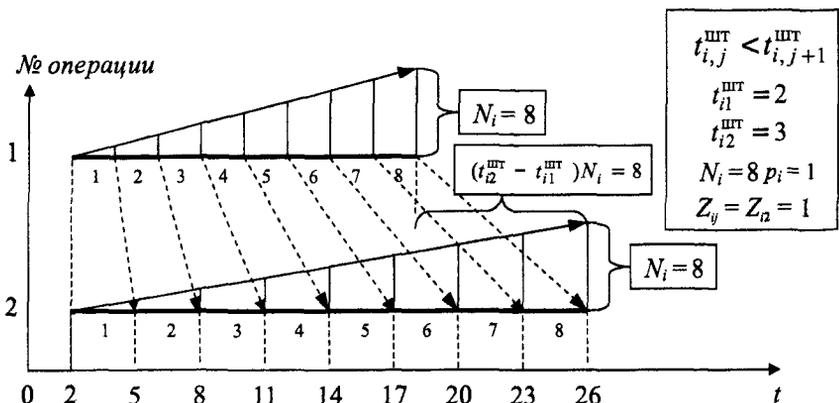


Рис. 6.8. График обработки  $i$ -й партии деталей ( $N_i = 8$ ) при параллельно-последовательном виде движения предметов труда, передаче деталей с операции на операцию поштучно ( $p_i = 1$ ) и наличии межоперационного оборотного задела ( $Z_y = Z_z = 1$ ) для второго варианта соотношения штучной трудоемкости ( $t_{i,j}^{шт} < t_{i,j+1}^{шт}$ )

Таблица 6.2

Исходные данные задачи						
№ операции (рабочего места — р.м.), $j$	Трудоемкость (продолжительность обработки) $i$ -й партии деталей на $j$ -й операции, $t_{ij}$					$\sum_{i=1}^{n=5} t_{ij}$
	А	Б	В	Г	Д	
1	7	6	6	5	5	29
2	8	2	9	4	4	27
3	5	6	7	4	6	28
4	6	4	4	3	3	20
5	4	6	2	2	2	16
6	6	3	5	2	7	23
$\sum_{j=1}^{m=6} t_{ij}$	36	27	33	20	27	

В группе имеется пять партий деталей ( $i$ -х номенклатурных позиций,  $i = 1, 2 \dots n$ ;  $n = 5$ ) А, Б, В, Г, Д, которые необходимо обработать на шести рабочих местах  $m = 6$ , известны технологический процесс изготовления этих деталей (последовательность  $j$ -х операций,  $j = 1, 2 \dots m$ ;  $m = 6$  одинаковая для всех деталей) и штучные трудоемкости деталей ( $t_{ij}^{\text{шт}}$  — продолжительность обработки  $i$ -й детали на  $j$ -й операции), установлен объем их выпуска  $N_i$  (размер  $i$ -й партии деталей) на  $t$ -й плановый период.

Трудоемкость (продолжительность обработки)  $i$ -й партии деталей на  $j$ -й операции ( $t_{ij}$ ) определяется по следующей формуле:

$$t_{ij} = t_{ij}^{\text{шт}} N_i. \quad (6.14)$$

На рисунке 9 для рассматриваемого примера (см. табл. 6.2), представлены графики обработки каждой  $i$ -й партии деталей ( $i = 1, 2 \dots n$ ;  $n = 5$ ) при параллельно-последовательном виде движения предметов труда, передаче деталей с  $j$ -й операции на  $(j + 1)$ -ю операцию ( $j = 1, 2 \dots m$ ;  $m = 6$ ) поштучно ( $p_i = 1$ ,  $i = 1, 2 \dots n$ ) и наличии межоперационного оборотного задела ( $Z_j = 1$ ,  $i = 1, 2 \dots n$ ,  $j = 2, 3 \dots m$ ). Обработка каждой  $i$ -й партии деталей на каждой  $j$ -й операции технологической линии осуществляется непрерывно, а между смежными (последовательно запускаемыми) партиями деталей допускаются перерывы (простои оборудования).

Используя исходные данные, представленные в табл. 6.2, определим рациональную очередность запуска партий деталей в обработку и сформируем расписание работы технологической (поточной) линии для случая параллельно-последовательного вида движения предметов труда и одинаковых технологических процессов у всех деталей рассматриваемой группы (А, Б, В, Г, Д). Обработка каждой  $i$ -й партии деталей на каждой  $j$ -й операции технологической линии должна осуществляться непрерывно, а на всех рабочих местах поточной линии между смежными (последовательно запускаемыми) партиями деталей не допускаются перерывы (простои оборудования). При этом начало обработки каждой партии деталей на любой операции (рабочем месте) не может начинаться раньше начала ее обработки на предыдущих операциях технологического процесса,

а окончание обработки не может завершаться позднее окончания ее обработки на последующих операциях технологического процесса.

Процесс решения рассматриваемой задачи в математически формализованном виде может быть представлен как комплекс взаимосвязанных процедур решения (алгоритм решения задачи).

Установление рациональной очередности обработки партий деталей, определение моментов их запуска в обработку и составление графика движения партий деталей по рабочим местам технологической (поточной) линии включает выполнение ряда шагов алгоритма метода смещений.

**Шаг 1.** Расчет исходных смещений  $b_j$  для каждой  $i$ -й партии деталей по всем  $j$ -м парам связанных рабочих мест по формуле (6.15).

**Шаг 2.** Формирование группы № 1 из партий деталей, у которых хотя бы одна из величин исходных смещений меньше нуля.

**Шаг 3.** Формирование группы № 2 из оставшихся партий деталей, у которых исходное смещение по каждой  $j$ -й паре связанных рабочих мест неотрицательно.

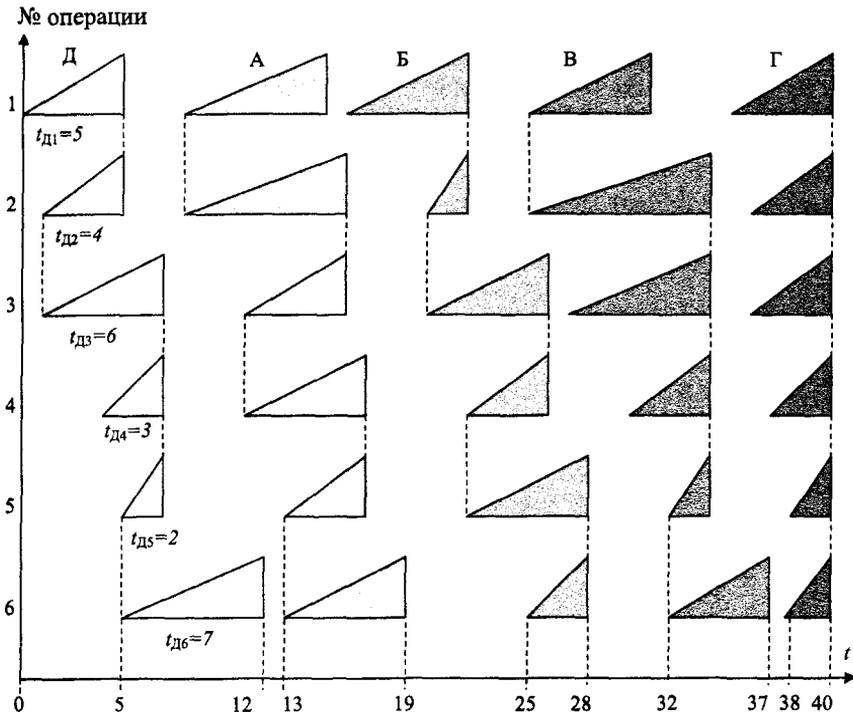


Рис. 6.9. Графики обработки каждой  $i$ -й партии деталей ( $n = 5$ ) при параллельно-последовательном виде движения предметов труда, передаче деталей с операции на операцию поштучно ( $p_i = 1$ ) и наличии межоперационного оборотного задела ( $Z_{ij} = 1$ )

**Шаг 4.** Расчет общей величины положительного смещения  $S_i^+$  для каждой  $i$ -й партии деталей из группы № 1 по формуле (6.16).

**Шаг 5.** Выбор  $i$ -й партии деталей, у которой общая величина положительного смещения  $S_i^+$  минимальна (формулы (6.18) и (6.25), для включения ее под номером  $k$  в формируемый ряд очередности обработки (для первой итерации — выбор детали первой очереди запуска —  $k = 1$ ). Если несколько партий деталей имеют общую величину положительного смещения, равную  $\min S_i^+$ , то в формируемый ряд очередности обработки партий деталей включается та из них, у которой суммарная величина отрицательных смещений  $S_i^-$  (см. формулы (6.16) и (6.23)) максимальна по модулю. Если эти величины равны для двух и более партий деталей, то в ряд очередности включается первая по записи партия деталей.

**Шаг 6.** Проверка наличия в группе № 1 партий деталей, не включенных в формируемый ряд очередности. Если  $r = 0$ , идти к шагу 7, иначе — к шагу 8 ( $r$  — число невключенных партий деталей из группы № 1).

**Шаг 7.** Проверка наличия в группе № 2 партий деталей, не включенных в формируемый ряд очередности. Если  $l = 0$ , идти к шагу 9, иначе — к шагу 8 ( $l$  — число невключенных партий деталей из группы № 2).

**Шаг 8.** Расчет для каждой партии деталей, не включенной в ряд очередности из рассматриваемой группы (№ 1 или № 2) откомпенсированных величин смещений  $b_{ij}^{\text{отк}}$  по всем парам связанных рабочих мест по соответствующей формуле (6.20), (6.21) или (6.22), а также расчет общей величины положительного смещения  $S_i^+$  (см. формулу (6.23)). Идти к шагу 5.

**Шаг 9.** Расчет величины совокупного производственного цикла (формулы (6.26)–(6.35)).

В табл. 6.3 и 6.4 представлены результаты расчетов, выполненных в соответствии с алгоритмом метода смещений, для рассматриваемого примера (см. табл. 6.2).

Таблица 6.3

**Расчет исходных смещений и выбор детали первой очереди запуска**

№ операции (р.м.), $j$	Трудоемкость (продолжительность обработки) $i$ -й партии деталей на $j$ -й операции, $t_{ij}$					Пара связ. р.м., $j-(j+1)$	№ пары связ. р.м., $j$	Исходное смещение $i$ -й партии деталей на $j$ -й паре связанных рабочих мест, $b_{ij}$				
	А	Б	В	Г	Д			А	Б	В	Г	Д
1	7	6	6	5	5	1-2	1	-1	+4	-3	+1	+1
2	8	2	9	4	4	2-3	2	+3	-4	+2	0	-2
3	5	6	7	4	6	3-4	3	-1	+2	+3	+1	+3
4	6	4	4	3	3	4-5	4	+2	-2	+2	+1	+1
5	4	6	2	2	2	5-6	5	-2	+3	-3	0	-5
6	6	3	5	2	7	№ группы		1	1	1	2	1
Первая итерация расчетов ( $k = 1$ ): выбор детали первой очереди запуска						$S_i^+$		+5	+9	+7	+3	+5
						$S_i^-$		-4			-7	

Таблица 6.4

Расчет откомпенсированных смещений и выбор партий деталей второй и следующих в очереди запуска

Пара связ. р.м., $j-(j+1)$	№ пары связ. р.м., $j$	Откомпенсированное смещение, $i$ -й партии деталей, $b_{ij}^{\text{отк.}}$						
		А	Б	В	Б	В	В	Г
1-2	1	-1	+4	-3	+3	-4	-3	-2
2-3	2	+1	-6	0	-4	+2	-2	-2
3-4	3	-1	+2	+3	+1	+2	+3	+1
4-5	4	+2	-2	+2	-2	+2	0	+1
5-6	5	-7	-2	-8	-4	-10	-7	-7
$S_i^+$		+3	+6	+5	+4	+6	+3	+2
Номер итерации, $k$		2			3		4	5

Расчет исходных смещений для разделения партий деталей на две группы и определения партии деталей первой очереди запуска выполняется по формуле:

$$b_{ij}^{\text{исх}} = b_{ij} = t_{i,j} - t_{i,j+1} = (t_i^1 - t_i^2)_j. \quad (6.15)$$

Расчеты сумм положительных и отрицательных исходных смещений для определения партии деталей первой очереди запуска выполняются по следующим формулам:

$$S_i^+ = \sum_{\substack{j=1 \\ b_{ij} > 0}}^{m-1} b_{ij}; \quad S_i^- = \sum_{\substack{j=1 \\ b_{ij} < 0}}^{m-1} b_{ij}; \quad (6.16)$$

для рассматриваемого примера (см. табл. 6.3)

$$S_i^+ = \sum_{\substack{j=1 \\ b_{ij} > 0}}^5 b_{ij}; \quad S_i^- = \sum_{\substack{j=1 \\ b_{ij} < 0}}^5 b_{ij}. \quad (6.17)$$

Часть (величина приращения) длительности совокупного производственного цикла, обусловленная запуском партии деталей первой очереди запуска ( $k = 1$ ), определяется по формуле

$$S_k = S_1 = \min_i S_i^+ = \min_i \sum_{\substack{j=1 \\ b_{ij} > 0}}^{m-1} b_{ij}. \quad (6.18)$$

Для рассматриваемого примера (см. табл. 6.3) эта величина, обусловленная запуском партии деталей первой очереди запуска ( $\Delta$ ), определяется по формуле

$$S_{k=1} = S_{\Delta} = S_{\Delta}^+ = \min_i S_i^+ = \min_j \sum_{\substack{j=1 \\ b_{ij} > 0}}^{m-1} b_{ij} = \sum_{\substack{j=1 \\ b_{\Delta,j} > 0}}^5 b_{\Delta,j} = 1 + 3 + 1 = +5. \quad (6.19)$$

Расчет откомпенсированных смещений (вторая итерация,  $k = 2$ ) для определения партии деталей второй очереди запуска выполняется по формуле

$$b_{ij}^{\text{отк.}} = b_{ij} + (b_{k,j}^{\text{исх}} < 0), \quad (6.20)$$

где  $k$  — номер партии деталей первой очереди запуска.

Расчет откомпенсированных смещений (на третьей и последующих итерациях,  $k = 3, 4, \dots, n$ ) для определения партий деталей третьей и следующих в очереди запуска выполняется по формуле

$$b_{ij}^{\text{отк}} = b_{ij} + (b_{k,j}^{\text{отк}} < 0). \quad (6.21)$$

где  $k$  — номер партии деталей соответственно второй, третьей ... или предпоследней очереди запуска ( $k$  соответствует номеру предыдущей итерации расчета).

Расчет откомпенсированных смещений партии деталей  $k$ -й очереди запуска (на третьей и последующих итерациях) выполняется по формуле:

$$b_{kj}^{\text{отк}} = b_{ij} + (b_{k-1,j}^{\text{отк}} < 0). \quad (6.22)$$

где  $k$  — номер партии деталей, соответствующий  $k$ -й очереди запуска.

Расчеты сумм положительных и отрицательных откомпенсированных смещений (на второй и последующих итерациях) для определения партий деталей второй и следующих в очереди запуска выполняются по следующим формулам:

$$S_i^+ = \sum_{\substack{j=1 \\ b_{ij}^{\text{отк}} > 0}}^{m-1} b_{ij}^{\text{отк}}; \quad S_i^- = \sum_{\substack{j=1 \\ b_{ij}^{\text{отк}} < 0}}^{m-1} b_{ij}^{\text{отк}}; \quad (6.23)$$

для рассматриваемого примера (см. табл. 6.4)

$$S_i^+ = \sum_{\substack{j=1 \\ b_{ij}^{\text{отк}} > 0}}^5 b_{ij}^{\text{отк}}; \quad S_i^- = \sum_{\substack{j=1 \\ b_{ij}^{\text{отк}} < 0}}^5 b_{ij}^{\text{отк}}. \quad (6.24)$$

Часть (величина приращения) длительности совокупного производственного цикла, обусловленная запуском партии деталей  $k$ -й очереди запуска ( $k > 1$ ), определяется по формуле

$$S_k = \min_i S_i^+ = \min_i \sum_{\substack{j=1 \\ b_{ij}^{\text{отк}} > 0}}^{m-1} b_{ij}^{\text{отк}} = \sum_{\substack{j=1 \\ b_{kj}^{\text{отк}} > 0}}^{m-1} b_{kj}^{\text{отк}}. \quad (6.25)$$

Следовательно, для рассматриваемого примера (см. табл. 6.3 и 6.4), очередность запуска партий деталей: Д→А→Б→В→Г.

Возможны следующие три варианта расчета длительности совокупного производственного цикла:

#### Вариант 1

$$T_{\text{ц}}^{\text{COB}} = \sum_{i=1}^n t_{im} + \sum_{k=1}^n S_k = \sum_{k=1}^n t_{km} + \sum_{k=1}^n S_k; \quad (6.26)$$

$$T_{\text{ц}}^{\text{COB}} = \sum_{i=1}^5 t_{i6} + \sum_{k=1}^5 S_k = (6 + 3 + 5 + 2 + 7) + (5 + 3 + 4 + 3 + 2) = 23 + 17 = 40. \quad (6.27)$$

## Вариант 2

$$T_{\text{ц}}^{\text{COB}} = \sum_{i=1}^n t_{im} + \sum_{j=1}^{m-1} S_j^+ = \sum_{k=1}^n t_{km} + \sum_{j=1}^{m-1} S_j^+; \quad (6.28)$$

$$S_j^+ = \sum_{\substack{k=1 \\ b_{kj}^{\text{OTK}} > 0}}^n b_{kj}^{\text{OTK}}; \quad (6.29)$$

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^{m-1} S_j^+ &= \sum_{j=1}^{m-1} \sum_{\substack{k=1 \\ b_{kj}^{\text{OTK}} \geq 0}}^n b_{kj}^{\text{OTK}} = \sum_{j=1}^5 S_j^+ = (1+0+3+0+0) + (0+1+0+0+0) + \\ &+ (3+0+1+3+1) + (1+2+0+0+1) + (0+0+0+0+0) = \\ &= 4+1+8+4+0 = 17. \end{aligned} \quad (6.30)$$

$$T_{\text{ц}}^{\text{COB}} = \sum_{i=1}^5 t_{i6} + \sum_{j=1}^5 S_j^+ = (6+3+5+2+7) + (4+1+8+4+0) = 23+17 = 40. \quad (6.31)$$

## Вариант 3

$$T_{\text{ц}}^{\text{COB}} = \sum_{i=1}^n t_{i1} + \sum_{\substack{j=1, k=n \\ b_{kj}^{\text{OTK}} < 0}}^{m-1} (-b_{kj}^{\text{OTK}}) = \sum_{i=1}^n t_{i1} + \sum_{j=1}^{m-1} S_j^-; \quad (6.32)$$

$$S_j^- = -b_{k=n, j}^{\text{OTK}}. \quad (6.33)$$

$$\begin{aligned} T_{\text{ц}}^{\text{COB}} &= \sum_{i=1}^5 t_{i1} + \sum_{j=1}^5 S_j^- = \sum_{i=1}^5 t_{i1} + \sum_{\substack{j=1, k=5 \\ b_{kj}^{\text{OTK}} < 0}}^5 (-b_{kj}^{\text{OTK}}) = \sum_{i=1}^5 t_{i1} + \sum_{\substack{j=1 \\ b_{\Gamma, j}^{\text{OTK}} < 0}}^5 (-b_{\Gamma, j}^{\text{OTK}}) = \\ &= (7+6+6+5+5) + (2+2+0+0+7) = 29+11 = 40. \end{aligned} \quad (6.34)$$

Следовательно,

$$\begin{aligned} T_{\text{ц}}^{\text{COB}} &= \sum_{i=1}^n t_{im} + \sum_{k=1}^n S_k = \sum_{i=1}^n t_{im} + \sum_{k=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ b_{kj}^{\text{OTK}} > 0}}^{m-1} b_{kj}^{\text{OTK}} = \\ &= \sum_{i=1}^n t_{im} + \sum_{j=1}^{m-1} \sum_{\substack{k=1 \\ b_{kj}^{\text{OTK}} > 0}}^n b_{kj}^{\text{OTK}} = \sum_{i=1}^n t_{im} + \sum_{j=1}^{m-1} S_j^+ = \\ &= \sum_{i=1}^n t_{i1} + \sum_{\substack{j=1, k=n \\ b_{kj}^{\text{OTK}} < 0}}^{m-1} (-b_{kj}^{\text{OTK}}) = \sum_{i=1}^n t_{i1} + \sum_{j=1}^{m-1} S_j^-. \end{aligned} \quad (6.35)$$

На рис. 6.10, для рассматриваемого примера (см. табл. 6.2–6.4), представлен график обработки пяти партий ( $n = 5$ ) деталей (в очередности Д→А→Б→В→Г) при параллельно-последовательном виде движения предметов труда, непрерыв-

ной работе станков на каждой  $j$ -й операции ( $m = 6$ ) технологической линии по обработке каждой  $i$ -й партии деталей и непрерывной обработке всей совокупности партий, при передаче деталей с операции на операцию поштучно ( $p_i = 1$ ,  $i = 1, 2 \dots n$ ) и наличии межоперационного оборотного задела ( $Z_{ij} = 1$ ,  $i = 1, 2 \dots n$ ,  $j = 2, 3 \dots m$ ). Таким образом, на рис. 6.10 представлено расписание работы технологической линии.

Совокупность формул (6.14)–(6.35) и условных обозначений представляет собой экономико-математическую модель рассматриваемой задачи оперативного календарного планирования.

Для достижения универсализма в решении поставленной задачи предлагается использовать «модифицированный метод смещений». При этом на начальном этапе (расчет исходных смещений) моделирование производственных процессов обработки деталей на многопредметных партионно-групповых поточных линиях производится исходя из условий классического метода Ф. И. Парамонова.

Установление очередности обработки различных деталей базируется на выборе определенного критерия оптимальности. В качестве последнего наиболее часто используются такие показатели, как длительность совокупного производственного цикла, время пролеживания партий деталей в ожидании обработки, время простоев оборудования, стоимость незавершенного производства, сумма отклонений от плановых сроков изготовления партий деталей, число и продолжительность переналадок оборудования, коэффициент загрузки уникальных станков и др. В большинстве случаев использование различных из указанных критериев оптимальности может дать неравнозначные результаты, поэтому от правильного выбора критерия во многом зависит качество формируемого плана-графика, экономическая эффективность работы МПГПЛ.

Сравнительный анализ различных критериев оптимальности организации производственного процесса при решении проблемы оптимизации очередности обработки партий деталей на МПГПЛ позволяет из всего набора предлагаемых критериев выбрать минимизацию длительности совокупного производственного цикла обработки партий деталей. Этот выбор объясняется тем, что очередность обработки деталей на партионно-групповых поточных линиях наиболее существенно влияет на величину связанных оборотных средств, которые находятся в прямой зависимости от длительности совокупного производственного цикла обработки партий деталей. Более того, так как при групповых методах организации работ на рабочих местах потока затраты времени на наладку и подналадку оборудования, как правило, при любой последовательности обработки на них деталей остаются неизменными, то очередность обработки деталей на суммарную трудоемкость указанных работ практически влияния не оказывает. Выбранный критерий является универсальным, достаточно просто определяется количественно, и его можно считать интегральным критерием, так как минимизация длительности совокупного производственного цикла обеспечивает одновременно оптимизацию всей совокупности вышеназванных локальных критериев.

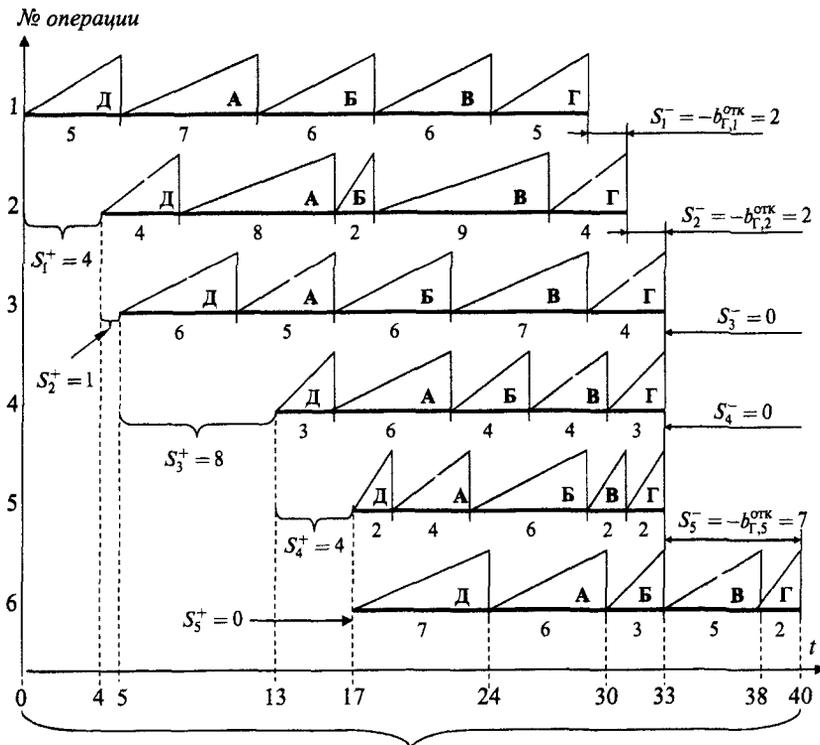
Длительность совокупного производственного цикла обработки группы деталей (партий деталей) на поточной линии при параллельно-последовательном

виде движения предметов труда (партий деталей) и при условии, что межоперационные оборотные заделы для каждой партии деталей равны нулю ( $Z_{ij} = 0$ ,  $i = 1, 2 \dots n, j = 1, 2 \dots m$ ) (см. рис. 6.5 и 6.6), определяется по формуле

$$T_{ц}^{сов} = \sum_{i=1}^n S_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m-1} p_i \min(t_{ij}^{шт}, t_{i,j+1}^{шт}) + \sum_{i=1}^n t_{im}^{шт} N_i, \quad (6.36)$$

где  $S_i$  — величина смещения момента времени начала обработки партии деталей  $i$ -й очереди запуска относительно момента времени окончания обработки партии деталей  $(i-1)$ -й очереди запуска на последней операции, обусловленная неравен-

Очередность запуска: Д → А → Б → В → Г



$$T_{ц}^{сов} = \sum_{k=1}^n t_{km} + \sum_{k=1}^n S_k = \sum_{k=1}^n t_{km} + \sum_{j=1}^{m-1} S_j^+ = \sum_{k=1}^5 t_{k6} + \sum_{j=1}^5 S_j^+ = (7+6+3+5+2) + (4+1+8+4+0) = 23+17 = 40$$

Рис. 6.10. Расписание работы технологической линии

ством трудоемкостей операций технологического процесса изготовления детали  $i$ -й очереди запуска;

$p_i$  — размер нормативной величины передаточной партии  $i$ -й детали, ( $i = 1, 2 \dots n$ );

$t_{ij}^{\text{шт}}$  — норма штучного времени обработки  $i$ -й детали на  $j$ -й операции, ( $i = 1, 2 \dots n$ ;  $j = 1, 2 \dots m$ );

$t_{im}^{\text{шт}}$  — норма штучного времени обработки  $i$ -й детали на  $m$ -й операции (станке), ( $i = 1, 2 \dots n$ );

$m$  — номер последней операции (станка) в технологическом процессе обработки каждой  $i$ -й детали;

$N_i$  — нормативный размер партии  $i$ -й детали, ( $i = 1, 2 \dots n$ ).

Если же на каждой  $j$ -й операции, начиная со второй, имеется межоперационный оборотный задел каждого вида (шифра) детали, равный одной штуке ( $Z_{ij} = 1, i = 1, 2 \dots n, j = 2, 3 \dots m$ ), и детали с операции на операцию передаются поштучно (см. рис. 6.7 и 6.8), то длительность совокупного производственного цикла обработки группы деталей (партий деталей) на поточной линии при параллельно-последовательном виде движения предметов труда (партий деталей) определяется по формуле

$$T_{\text{ц}}^{\text{сов}} = \sum_{i=1}^n S_i + \sum_{i=1}^n t_{im}^{\text{шт}} N_i. \quad (6.37)$$

Так как величина второй составляющей этой формулы при любой очередности обработки деталей остается постоянной, то очередность запуска деталей

в обработку влияет лишь на величину  $\sum_{i=1}^n S_i$ . Поэтому задача сводится к нахождению такой очередности запуска и обработки деталей, которая обеспечила бы минимальное значение суммарной величины смещений моментов времени

начала обработки партий деталей на последней операции  $\left( \min \sum_{i=1}^n S_i \right)$ , а следовательно, и минимальную величину совокупного производственного цикла обработки партий деталей.

В основе моделирования производственных процессов обработки деталей на многопредметной партионно-групповой поточной линии лежат **смещения** запуска партий деталей в обработку (начала обработки) и окончания обработки партий деталей на каждой паре связанных рабочих мест.

Для общего случая ( $i = 1, 2 \dots n, j = 1, 2 \dots m$ ) при параллельно-последовательном виде движения предметов труда и при условии, что передаточная партия каждого вида (шифра) детали равна одной штуке ( $p_i = 1, i = 1, 2 \dots n$ ), т. е. детали с операции на операцию передаются поштучно, а на каждой  $j$ -й операции, начиная со второй, имеется межоперационный оборотный задел каждого вида (шифра) детали равный одной штуке ( $Z_{ij} = 1, i = 1, 2 \dots n, j = 2, 3 \dots m$ ) (см. рис. 6.7 и 6.8), величина **исходного смещения**  $i$ -й детали (партии деталей) на  $j$ -й паре связанных рабочих мест рассчитывается по следующей формуле:

$$b_j^{\text{исх}} = b_j = t_{i,j} - t_{i,j+1} = (t_i^1 - t_i^2)_j, \quad (6.38)$$

где  $b_{ij}$  — величина исходного смещения  $i$ -й детали (партии деталей) на  $j$ -й паре связанных рабочих мест;

$t_{i,j}$  — время обработки  $i$ -й партии деталей на  $j$ -й операции,  $t_{i,j} = t_{ij}^{\text{шт}} N_i$   
( $i = 1, 2 \dots n$ ;  $j = 1, 2 \dots m$ );

$t_{ij}^{\text{шт}}$  — норма штучного времени обработки  $i$ -й детали на  $j$ -й операции,  
( $i = 1, 2 \dots n$ ;  $j = 1, 2 \dots m$ );

$N_i$  — нормативный размер партии  $i$ -й детали, ( $i = 1, 2 \dots n$ ).

$t_i^1, t_i^2$  — время обработки  $i$ -й партии деталей соответственно на первом и втором рабочих местах (операциях)  $j$ -й пары связанных рабочих мест  
( $i = 1, 2 \dots n$ ;  $j = 1, 2 \dots m-1$ ).

Связанными рабочими местами называется такая пара рабочих мест (операций), в которой одно подает детали на другое. Величина смещения  $b_{ij}$  может определяться как началом, так и окончанием обработки партии детали, поэтому ее значение просчитывается как по началу, так и по окончании обработки.

При построении экономико-математической модели для решения задачи определения оптимальной очередности обработки деталей необходимо учитывать закономерности формирования графика работы станков (выполнения смежных операций) пары связанных рабочих мест при всех возможных вариантах «стыковки» партий деталей.

На рис. 6.11 представлены варианты «стыковки» двух последовательно обрабатываемых партий деталей при формировании подетально-пооперационного плана-графика работы многопредметной партионно-групповой поточной линии. При этом используются условные обозначения, которые приводятся в модели (см. формулы (6.40)–(6.45)).

Многовариантность «стыковки» партий деталей обусловлена возможностью существования вариантов последовательной обработки партий деталей на любой паре связанных рабочих мест со всевозможными значениями следующих параметров:

$$b_{ij}, b_{kj}^{\text{отк}} \in R, S_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, 2 \dots n; j = 1, 2 \dots m-1; k = 1, 2 \dots n), \quad (6.39)$$

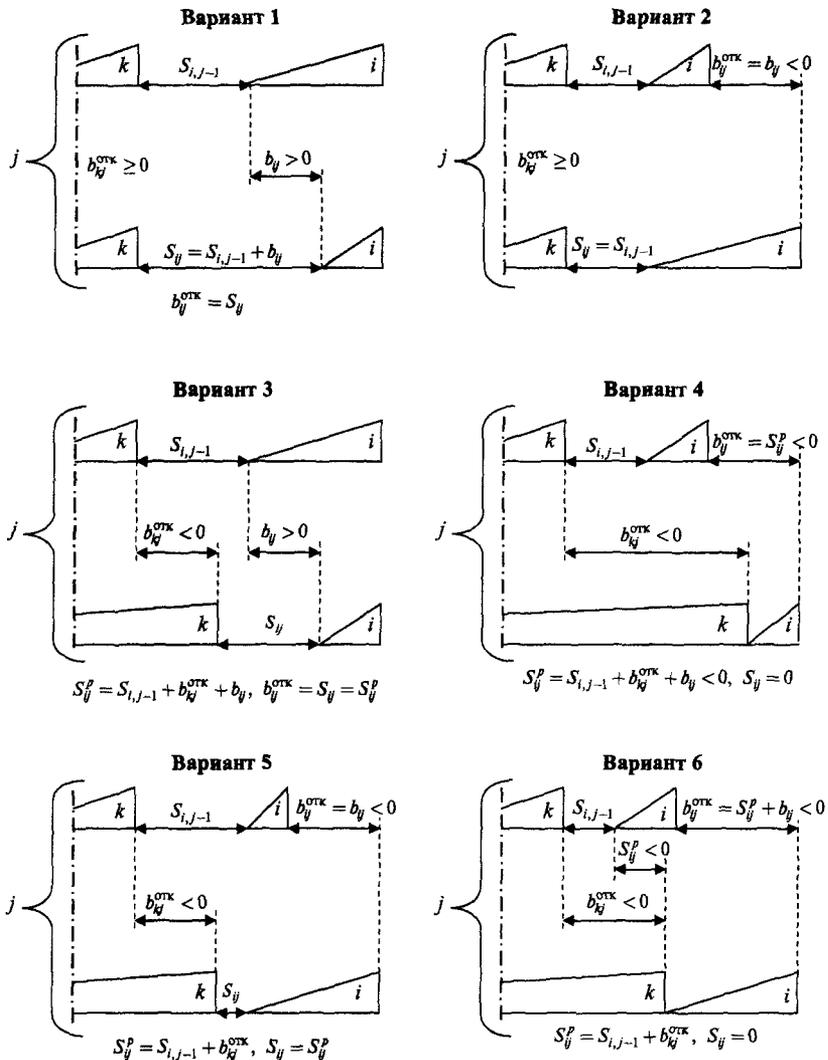
где  $b_{kj}^{\text{отк}}$  — откомпенсированная величина смещения детали  $k$ -й очереди запуска по  $j$ -й паре связанных рабочих мест;

$R$  — множество вещественных чисел;

$S_{ij}$  — суммарная величина смещения  $i$ -й детали на  $j$ -й паре связанных рабочих мест.

Таким образом, можно построить следующую экономико-математическую модель для решения задачи определения оптимальной очередности обработки предметов труда (деталей, изделий) на многопредметной партионно-групповой поточной линии:

$$T_{\Pi}^{\text{сов}} = \sum_{i=1}^n S_i + \sum_{i=1}^n t_{im}^{\text{шт}} N_i \rightarrow \min, \quad (6.40)$$



Примечания:  $j$  —  $j$ -я пара связанных рабочих мест;

$i$  —  $i$ -я деталь;

$k$  — деталь  $k$ -й очереди запуска.

Рис. 6.11. Варианты «стыковки» двух последовательно обрабатываемых партий деталей при формировании поддетально-пооперационного плана-графика работы многопредметной партионно-групповой поточной линии

$$S_i = \begin{cases} \sum_{j=1}^{m-1} b_{ij} & \text{для } i\text{-й детали первой очереди запуска,} \\ b_{ij} > 0 \end{cases} \quad (6.41)$$

$S_{i,m-1}$  для  $i$ -й детали второй и последующих очередей запуска,

$$b_{ij} = t_{i,j} - t_{i,j+1} = (t_i^1 - t_i^2)_j, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m-1, \quad (6.42)$$

$$S_{ij}^p = \begin{cases} A = S_{i,j-1} + b_{kj}^{\text{отк}} + b_{ij}, & \text{если } b_{kj}^{\text{отк}} < 0, \quad b_{ij} \geq 0; \\ B = S_{i,j-1} + b_{kj}^{\text{отк}}, & \text{если } b_{kj}^{\text{отк}} < 0, \quad b_{ij} < 0, \end{cases} \quad (6.43)$$

$$S_{ij} = \begin{cases} S_{i,j-1} + b_{ij}, & \text{если } b_{kj}^{\text{отк}} \geq 0, \quad b_{ij} \geq 0, \\ S_{i,j-1}, & \text{если } b_{kj}^{\text{отк}} \geq 0, \quad b_{ij} < 0, \\ A = S_{i,j-1} + b_{kj}^{\text{отк}} + b_{ij}, & \text{если } b_{kj}^{\text{отк}} < 0, \quad b_{ij} \geq 0, \quad A \geq 0, \\ B = S_{i,j-1} + b_{kj}^{\text{отк}}, & \text{если } b_{kj}^{\text{отк}} < 0, \quad b_{ij} < 0, \quad B \geq 0, \\ 0, & \text{если } b_{kj}^{\text{отк}} < 0, \quad (b_{ij} \geq 0, \quad A < 0 \text{ или } b_{ij} < 0, \quad B < 0), \end{cases} \quad (6.44)$$

$$b_{ij}^{\text{отк}} = \begin{cases} S_{ij}, & \text{если } b_{ij} \geq 0, \quad (b_{kj}^{\text{отк}} \geq 0 \text{ или } b_{kj}^{\text{отк}} < 0, \quad A \geq 0), \\ b_{ij}, & \text{если } b_{ij} < 0, \quad (b_{kj}^{\text{отк}} \geq 0, \text{ или } b_{kj}^{\text{отк}} < 0, \quad B \geq 0), \\ A = S_{i,j-1} + b_{kj}^{\text{отк}} + b_{ij}, & \text{если } b_{kj}^{\text{отк}} < 0, \quad b_{ij} \geq 0, \quad A < 0, \\ A, & \text{если } b_{kj}^{\text{отк}} < 0, \quad b_{ij} < 0, \quad B < 0, \end{cases} \quad (6.45)$$

где  $T_{ii}^{\text{сов}}$  — длительность совокупного производственного цикла обработки группы деталей на поточной линии при параллельно-последовательном виде движения предметов труда;

$S_i$  — величина смещения момента времени начала обработки партии  $i$ -й детали  $(k+1)$ -й очереди запуска относительно момента времени окончания обработки партии деталей  $k$ -й очереди запуска на последней операции (общая величина смещения  $i$ -й детали),  $(i = 1, 2 \dots n)$ ;

$t_m^{\text{шт}}$  — норма штучного времени обработки  $i$ -й детали на  $m$ -й операции (станке),  $(i = 1, 2 \dots n)$ ;

$m$  — номер последней операции (станка, рабочего места) в технологическом процессе обработки каждой  $i$ -й детали;

$N_i$  — нормативный размер партии  $i$ -й детали,  $(i = 1, 2 \dots n)$ ;

$b_{ij}$  — величина исходного смещения  $i$ -й детали на  $j$ -й паре связанных рабочих мест  $(i = 1, 2 \dots n; j = 1, 2 \dots m-1)$ ;

$S_{i,m-1}$  — величина смещения момента времени начала обработки партии  $i$ -й детали  $(k+1)$ -й очереди запуска относительно момента времени окончания обработки партии деталей  $k$ -й очереди запуска на последней паре связанных рабочих мест,  $(i = 1, 2 \dots n)$ ;

$t_{i,j}$  — время обработки  $i$ -й партии деталей на  $j$ -й операции,  $t_{i,j} = t_{ij}^{\text{шт}} N_i$   
 ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ );

$t_i^1, t_i^2$  — время обработки  $i$ -й партии деталей соответственно на первом и втором рабочих местах  $j$ -й пары связанных рабочих мест ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m-1$ );

$S_{ij}^p$  — промежуточное значение суммарной величины смещения  $i$ -й детали на  $j$ -й паре связанных рабочих мест, ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m-1$ );

$S_{ij}$  — величина смещения момента времени начала обработки партии  $i$ -й детали относительно момента времени окончания обработки партии деталей предыдущей очереди запуска на  $j$ -й паре связанных рабочих мест (суммарная величина смещения  $i$ -й детали на  $j$ -й паре связанных рабочих мест), ( $S_{i,j-1} = S_{i,0} = 0$  для  $j-1=0$ ), ( $i = 1, 2, \dots, n$ );

$b_{kj}^{\text{отк}}$  — откомпенсированная величина смещения детали  $k$ -й очереди запуска по  $j$ -й паре связанных рабочих мест, ( $k = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m-1$ );

$b_{ij}^{\text{отк}}$  — откомпенсированная величина смещения  $i$ -й детали на  $j$ -й паре связанных рабочих мест, ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m-1$ ).

Построение оптимального поддетально-пооперационного плана-графика работы МПГПЛ на основе представленной модели позволяет определить очередность изготовления деталей, а также установить наиболее рациональные сроки запуска-выпуска деталей, определить моменты времени начала и окончания обработки каждой партии деталей на каждом рабочем месте, исходя из условия достижения минимального совокупного производственного цикла всех обрабатываемых деталей, тем самым обеспечивается оптимизация производственного процесса. Кроме того, полученный график позволит эффективно решать вопросы оперативного планирования и регулирования хода производства, принимать соответствующие управленческие решения: составлять ежедневные (еженедельные) графики загрузки оборудования, осуществлять мониторинг и корректировать ход производства в случае возникновения отклонений и т. д. На основе данной модели могут быть рассчитаны параметры таких календарно-плановых нормативов, как длительность производственного цикла, величина цикловых заделов и др.

Цели решения рассматриваемой задачи — определить оптимальную очередность обработки деталей на поточной линии, моменты времени начала и окончания обработки каждой партии деталей на каждом рабочем месте и рассчитать длительность совокупного производственного цикла.

В качестве критерия оптимальности принята минимизация длительности совокупного производственного цикла  $T_{\text{ц}}^{\text{сов}}$  (см. формулу (6.40)).

#### **Ограничительные условия:**

- все детали рассматриваемой группы имеют одинаковый технологический процесс их изготовления;
- последовательность обработки партий деталей одинакова для всех рабочих мест поточной линии;
- процесс изготовления группы деталей должен быть максимально непрерывным;

- обработка каждой  $i$ -й партии деталей на каждой  $j$ -й операции технологической линии должна осуществляться непрерывно, т. е. не должно быть простоев оборудования и рабочих;
- предметы труда (детали) на всех рабочих местах поточной линии должны обрабатываться с максимально возможной параллельностью;
- сроки изготовления партии отдельных деталей внутри планового периода произвольны и не связаны со сроками подач на сборку (обработку);
- число номенклатурных позиций (обрабатываемых предметов труда) и число рабочих мест на поточной линии неограниченно.

Сформировав модель задачи, необходимо проанализировать ее критерии, ограничительные условия и на основе проведенного экономико-математического анализа выбрать тот или иной эвристический алгоритм; ввести, при необходимости, изменения в известный алгоритм (модифицировать алгоритм); построить оригинальную процедуру решения.

Поскольку при решении поставленной задачи в большинстве случаев не удается воспользоваться точными методами оптимизации, а методы полного перебора не пригодны из-за большой размерности задачи, то для ее решения на основе сформированной экономико-математической модели целесообразно воспользоваться эвристическими методами, развиваемыми в теории расписаний. Применение эвристических методов не позволяет полностью удовлетворить требования выбранного критерия оптимальности, однако, учитывая то, что задачи календарного планирования такого типа обладают размытым экстремумом, полученное эвристическим методом решение можно принять за квазиоптимальный вариант решения и использовать в практике планирования.

Требование эффективности формирования поддетально-пооперационного плана-графика работы МППЛ обуславливает необходимость математической формализации процесса решения данной задачи. Как указывалось выше, наиболее рациональный вариант решения задачи получается при использовании модифицированного метода смещений.

На рис. 6.12 представлено дерево решений для расчета суммарной и откомпенсированной величин смещения  $i$ -й детали на  $j$ -й паре связанных рабочих мест, используемое в алгоритме модифицированного метода смещений.

Процесс решения рассматриваемой задачи в математически формализованном виде может быть представлен как комплекс взаимосвязанных процедур решения.

Установление очередности обработки партий деталей, определение моментов их запуска в обработку и составление графика движения партий деталей по рабочим местам поточной линии включает выполнение ряда следующих шагов алгоритма модифицированного метода смещений:

**Шаг 1.** Расчет исходных смещений  $b_{ij}$  для каждой  $i$ -й партии деталей по всем  $j$ -м парам связанных рабочих мест по формуле (6.42).

**Шаг 2.** Формирование группы № 1 из деталей, у которых хотя бы одна из величин исходных смещений меньше нуля.

**Шаг 3.** Формирование группы № 2 из оставшихся деталей, у которых исходное смещение по каждой  $j$ -й паре связанных рабочих мест неотрицательно.

**Шаг 4.** Расчет общей величины смещения  $S_i$  для каждой  $i$ -й детали из группы № 1 по формуле (6.41).

**Шаг 5.** Выбор детали, у которой общая величина смещения  $S_i$  минимальна, для включения ее под номером  $k$  ( $k = 1, 2 \dots n$ ) в формируемый ряд очередности обработки. Если несколько деталей имеют общую величину смещения, равную  $\min S_i$ , то в формируемый ряд очередности обработки деталей включается та из них, у которой суммарная величина отрицательных смещений на данной итерации расчетов максимальна по модулю. Если эти величины равны для двух и более деталей, то в ряд очередности включается первая по записи деталь.

**Шаг 6.** Проверка наличия в группе № 1 деталей, не включенных в формируемый ряд очередности. Если  $r = 0$ , идти к шагу 7, иначе — к шагу 8 ( $r$  — число невключенных деталей из группы № 1).

**Шаг 7.** Проверка наличия в группе № 2 деталей, не включенных в формируемый ряд очередности. Если  $l = 0$ , идти к шагу 9, иначе — к шагу 8 ( $l$  — число невключенных деталей из группы № 2).

**Шаг 8.** Расчет для каждой детали, не включенной в ряд очередности из рассматриваемой группы, суммарных ( $S_{ij}$ ) и откомпенсированных ( $b_{ij}^{\text{отк}}$ ) величин смещений по всем парам связанных рабочих мест в соответствии с номером варианта стыковки двух последовательно обрабатываемых партий деталей, а также расчет общей величины смещения  $S_i$  (см. рис. 6.11 и 6.12, формулы (6.44), (6.45) и (6.41)). Идти к шагу 5.

**Шаг 9.** Расчет величины совокупного производственного цикла (см. формулу (6.40)).

Нахождение рационального варианта очередности обработки предметов труда на МППЛ модифицированным методом смещений включает два этапа расчетов на базе представленного выше алгоритма. На первом этапе расчеты по определению очередности обработки (запуска) деталей и построение календарного графика осуществляются в обычном порядке, т. е. ведется формирование очереди подач деталей в обработку на базе нормативного технологического процесса обработки деталей, операции которого в процессе расчетов рассматриваются от первой до последней. На втором этапе технологический процесс каждой из запускаемых деталей рассматривается в обратном порядке, начиная с последней и заканчивая первой по очереди операцией. Процедура формирования очереди подач, определяемая алгоритмом, остается неизменной. Однако порядок построения цепочки (очереди подач) будет уже обратным: первой будет выбираться последняя в очереди запуска деталь, затем непосредственно предшествующая ей и так далее до первой запускаемой детали. В связи с этим и варианты очередей запуска, полученные на каждом из двух указанных этапов,

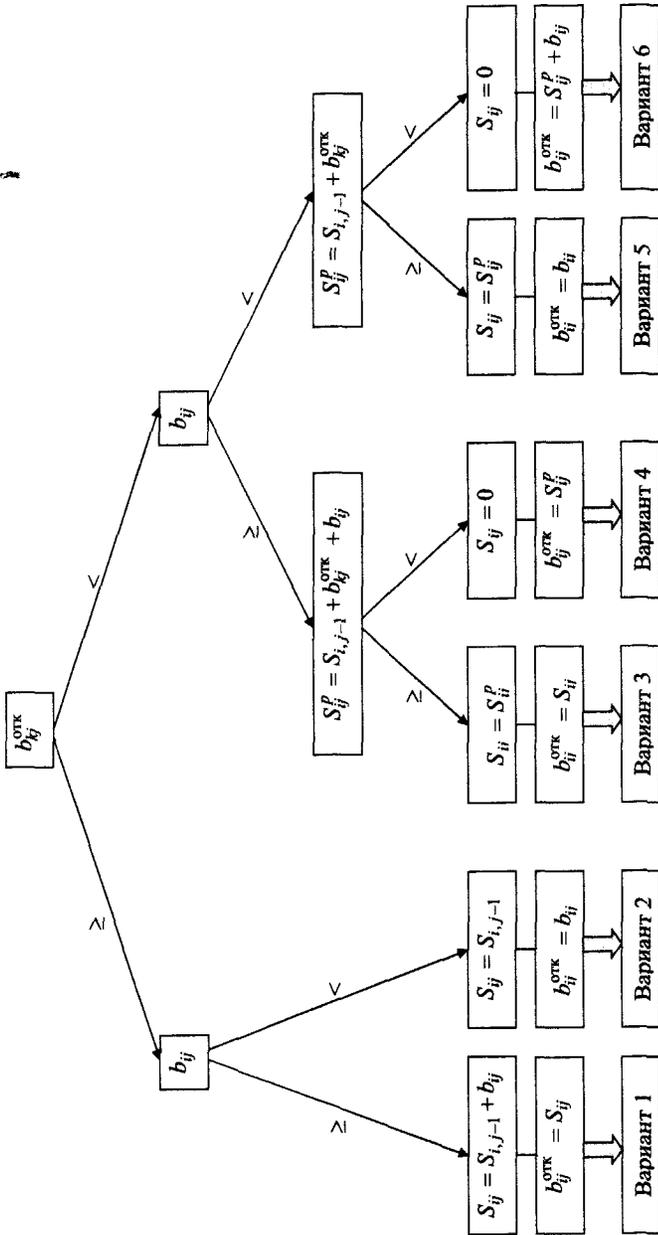


Рис. 6.12. Дерево решений для расчета суммарной и откомпенсированной величин смещения  $i$ -й детали на  $j$ -й паре связанных рабочих мест

могут быть различными. Из двух полученных вариантов очередности запуска деталей выбирается лучший по минимальной длительности совокупного производственного цикла.

Результаты исследования модифицированного метода смещений на оптимальность подтверждают, что для МПГПЛ с расположением в начале или в конце технологического процесса наиболее трудоемкой операции, определяемой по сумме трудоемкостей всех партий деталей, этот метод позволяет устанавливать оптимальную очередность запуска деталей в обработку.

В тех случаях, когда наиболее трудоемкая операция расположена в середине технологического процесса, следует корректировать модифицированный метод смещений, так как он не всегда позволяет выйти на оптимальный результат, давая лишь рациональный вариант решения.

Для указанных случаев предлагается использовать метод альтернатив. В основе этого метода лежит расчет смещений по алгоритму модифицированного метода смещений. В методе альтернатив выбор очередной запускаемой детали осуществляется по минимуму суммарной величины смещения  $i$ -й детали на самой трудоемкой операции технологического процесса с учетом динамического резерва — потенциального компенсатора, возникающего за счет отрицательных смещений (компенсаторов) деталей последующих очередей запуска.

Представленные выше экономико-математические модели и методы могут быть эффективно использованы для решения большого множества задач определения очередности в других конкретных экономических постановках из комплексов задач теории расписаний, относящихся к функциональным областям как производственной, так и транспортной логистики.

### **6.6. Экономико-математические модели и методы, используемые при решении комплекса задач распределения производственной программы по коротким плановым периодам**

В практике производственной логистики существует большое количество задач, которые формально сводятся к выбору лучших, в каком-то заранее определенном смысле, альтернативных вариантов значений параметров из некоторой дискретной совокупности заданных величин, что требует построения целочисленных (дискретных) вариантных оптимизационных экономико-математических моделей. К таким моделям относятся экономико-математические модели задач оперативно-календарного планирования, в том числе календарного распределения.

В текущем внутризаводском и календарном планировании проблема целочисленности возникает всякий раз, когда требуется разделить годовой план по кварталам или месяцам, квартальный — по месяцам, месячный — по декадам или неделям и так далее. Таким образом, задачи календарного распределения решаются в случае необходимости формирования планов производства (про-

изводственных программ) для ряда (нескольких следующих друг за другом) коротких плановых периодов (КПП) исходя из заданной (сформированной ранее) производственной программы на весь плановый период, охватывающий рассматриваемые КПП. Для каждого из конкретных случаев необходимо сформировать экономико-математическую модель, учитывающую особенности реального экономического объекта и моделируемого процесса.

### **6.6.1. Календарное распределение производственной программы выпуска изделий (деталей) методом интегрального показателя**

**Экономическая формулировка задачи.** Распределить по коротким календарным плановым периодам производственную программу выпуска изделий (деталей), обеспечивая по этим периодам равенство значений каждого из экономических показателей, принятых в качестве критериальных при решении данной задачи. В качестве таких показателей могут выступать выпуск изделий (деталей) в стоимостном и натуральном выражении, суммарная трудоемкость изготовления продукции, ее себестоимость, прибыль, потребная заработная плата и другие. Временные ограничения на выпуск продукции определенного вида в течение всего планового периода отсутствуют.

#### **Исходная информация, используемая при решении данной задачи.**

1. Программа выпуска номенклатурных позиций, распределяемая по коротким календарным плановым периодам, в номенклатуре и натуральном измерении.
2. Набор экономических показателей, используемых при решении задачи в качестве критериальных.
3. Удельные характеристики каждой из номенклатурных позиций по принятым критериальным показателям.

**Построение модели производственной системы.** При решении данной задачи необходимо иметь в виду, что требование обеспечить для всех коротких плановых периодов равенство значений по каждому критериальному показателю обуславливает методические особенности расчета, а также своеобразие подхода к нему.

Выражение распределяемой по календарным периодам производственной программы выпуска в различных измерителях — натуральных и стоимостных: в оптовой цене, нормативной трудоемкости обработки и т. п. — предопределяет выход на различные совокупности чисел. Количество этих совокупностей будет равно числу принятых измерителей (экономических показателей).

Пусть, например, выпускаемые в течение месяца изделия  $i = 1, 2 \dots n$  характеризуются такими показателями, как: программа выпуска в натуральном выражении  $N_i$ , шт.; нормативная трудоемкость изготовления единицы изделия  $t_i$ , час.; оптовая цена единицы изделия  $C_i$ , руб.; себестоимость единицы изделия  $C_i$ , руб.; и так далее, всего  $m$  показателей  $P_{ij}$  ( $j = 1, 2 \dots m$ ), характеризующих

значения  $j$ -х экономических показателей для  $i$ -й номенклатурной позиции и являющихся удельными характеристиками каждой из номенклатурных позиций по принятым критериальным показателям. Тогда программу выпуска рассматриваемого подразделения можно выразить в различном измерении такими последовательностями:

$$\begin{aligned}
 & N_1, N_2 \dots N_i \dots N_n; \\
 & t_1 N_1, t_2 N_2 \dots t_i N_i \dots t_n N_n; \\
 & \Pi_1 N_1, \Pi_2 N_2 \dots \Pi_i N_i \dots \Pi_n N_n; \\
 & C_1 N_1, C_2 N_2 \dots C_i N_i \dots C_n N_n; \\
 & \dots \dots \dots \\
 & \Pi_{1j} N_1, \Pi_{2j} N_2 \dots \Pi_{ij} N_i \dots \Pi_{nj} N_n; \\
 & \dots \dots \dots \\
 & \Pi_{1m} N_1, \Pi_{2m} N_2 \dots \Pi_{im} N_i \dots \Pi_{nm} N_n.
 \end{aligned} \tag{6.46}$$

Для распределения производственной программы выпуска по коротким плановым периодам, например годовой по кварталам, или квартальной по месяцам, или месячной по декадам (неделям, пятидневкам и т. п.), необходимо каждую из последовательностей разделить на заданное число периодов. Однако такое разделение не произвольно: если  $i$ -я позиция попала в какой-либо календарный период, то соответствующие ей значения показателей  $N_i, t_i N_i, \Pi_i N_i, C_i N_i \dots \Pi_{ij} N_i \dots \Pi_{im} N_i$  из всех  $m$  последовательностей должны попасть в этот же календарный период.

Следовательно, нужен специальный измеритель, который включил бы все составляющие каждой из последовательностей, собранные по признаку номенклатурной позиции. В качестве такого измерителя выступает интегральный показатель  $I_i$ . При этом в интегральный показатель включаются составляющие его показатели, приведенные к единому измерителю и масштабу (размерности). В роли базового показателя, по которому осуществляется масштабирование (приведение) остальных показателей, может выступать любой из критериальных: количество выпускаемых изделий, объем выпуска в натуральном измерении, нормативная трудоемкость программы выпуска и т. п. Для уменьшения размерности получаемых в процессе расчета показателей в качестве базового лучше использовать минимальный по величине показатель. Тогда коэффициенты приведения всех к единому показателю будут меньше единицы, что обеспечит сокращение объема проводимых вычислений.

Коэффициенты приведения  $\alpha_j$  рассчитываются для каждой  $j$ -й последовательности (для каждого показателя)  $j = 1, 2 \dots m$ . В рассматриваемом примере коэффициенты приведения по каждому из ранее указанных показателей будут рассчитываться следующим образом (если в качестве базового показателя  $\Pi_{ij}^5$  выбираем, например, объем выпуска в стоимостном выражении):



$$\sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{\circ} N_i = \min_j \sum_{i=1}^n \Pi_{ij} N_i, \quad (6.51)$$

$$\alpha_j = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_{ij}^{\circ} N_i}{\sum_{i=1}^n \Pi_{ij} N_i}, \quad И_i = \sum_{j=1}^m \alpha_j \Pi_{ij} N_i, \quad (6.52)$$

где  $k$  — номер короткого календарного планового периода ( $k = 1, 2 \dots K$ );

$K$  — число коротких календарных плановых периодов;

$j$  — номер экономического показателя,  $j = 1, 2 \dots m$ ;

$i$  — номер номенклатурной позиции,  $i = 1, 2 \dots n$ ;

$I_k$  — множество номенклатурных позиций, включенных в программу  $k$ -го короткого календарного планового периода;

$\Pi_{ij}$  — значение  $j$ -го экономического показателя для  $i$ -й номенклатурной позиции (удельная характеристика  $i$ -й номенклатурной позиции по  $j$ -му экономическому показателю);

$N_{ik}$  — программа выпуска  $i$ -й номенклатурной позиции в  $k$ -м коротком календарном плановом периоде;

$N_i$  — производственная программа выпуска  $i$ -й номенклатурной позиции в календарном плановом периоде;

$\Pi_{ij}^{\circ}$  — значение  $j$ -го экономического показателя, выбранного в качестве базового, для  $i$ -й номенклатурной позиции;

$\alpha_j$  — коэффициент приведения (масштабирования)  $j$ -го показателя ( $j$ -й последовательности),  $j = 1, 2 \dots m$ ;

$I_i$  — интегральный показатель по  $i$ -й номенклатурной позиции.

Результаты решения такого класса задач методом интегрального показателя будут тем лучше, чем больше номенклатурных позиций распределяется по календарным коротким плановым периодам и чем больше число учитываемых критериальных показателей.

Если по какой-либо из номенклатурных позиций производится несколько запусков, то программа выпуска по этой номенклатурной позиции соответственно корректируется по числу запусков. Таким образом, общее число номенклатурных позиций, распределяемых по коротким календарным плановым периодам, увеличивается на

$$\sum_{i=1}^m (P_i - 1), \quad (6.53)$$

где  $P_i$  — периодичность запуска  $i$ -й номенклатурной позиции.

Программа выпуска в каждом из запусков будет равна величине

$$\frac{N_i}{P_i}. \quad (6.54)$$

При анализе полученных результатов распределения интегральных показателей рекомендуется осуществлять направленный перебор номенклатурных

позиций и определять возможные варианты их перераспределения с целью сокращения разницы сумм интегральных показателей по коротким календарным плановым периодам

$$\left( \max_k \sum_{i \in I_k} I_i - \min_k \sum_{i \in I_k} I_i \right) \rightarrow \min. \quad (6.55)$$

После формирования производственных программ коротких плановых периодов в номенклатурном разрезе в эти программы включаются остальные показатели, учитываемые при распределении: количество, стоимость выпуска и т. п., — и затем оцениваются полученные результаты. При этом оценка может производиться по нескольким показателям: по коэффициенту вариации, по доле суммарного значения соответствующего показателя каждого короткого планового периода в распределяемой производственной программе и по другим показателям.

### 6.6.2. Календарное распределение производственной программы выпуска изделий (деталей) методом «шаблон-контршаблон»

Метод «шаблон-контршаблон» относится к типу эвристических методов целочисленного программирования. При использовании данного эвристического метода как для планирования машиностроительного производства, так и для плановых расчетов в других отраслях для оценки планов служит лишь один показатель — уровень загрузки предприятия (наилучшее использование ресурсов). Эффективность загрузки производственных мощностей предприятия достигается при включении в план короткого планового периода (КПП) таких изделий (деталей), которые по структуре трудоемкости наилучшим образом соответствуют структуре фонда рабочего времени наличного технологического оборудования в каждом конкретном плановом периоде [1, 2].

Условные обозначения:

$j$  — шифр (номер) группы технологического оборудования,

$j = 1, 2, \dots, m$ ;

$i$  — шифр (номер) детали (изделия, вида продукции),  $i = 1, 2 \dots n$ ;

$N_j$  — производственная программа по  $i$ -й детали на плановый период, шт.;

$N^A$  — множество деталей *обязательной* номенклатуры;

$N^B$  — множество деталей *выборочной* номенклатуры;

$t_{ij}$  — штучная трудоемкость обработки  $i$ -й детали на  $j$ -й группе технологического оборудования, час;

$t_{ij}^A$  — штучная трудоемкость обработки  $i$ -й детали *обязательной* номенклатуры на  $j$ -й группе технологического оборудования, час;

$t_{ij}^B$  — штучная трудоемкость обработки  $i$ -й детали *выборочной* номенклатуры на  $j$ -й группе технологического оборудования, час;

$T_j^A$  — трудоемкость обработки всех деталей *обязательной* номенклатуры на  $j$ -й группе технологического оборудования, час;

$T_j^B$  — трудоемкость обработки всех деталей *выборочной* номенклатуры на *j*-й группе технологического оборудования, час;

$\Phi_j^П$  — *полезный* фонд рабочего времени *j*-й группы технологического оборудования, час;

$\Phi_j$  — остаток фонда рабочего времени *j*-й группы технологического оборудования после включения деталей *обязательной* номенклатуры в план короткого календарного планового периода, час;

$T_{ij}$  — трудоемкость обработки всех деталей (всей партии деталей; заказа в целом) *i*-го вида *выборочной* номенклатуры на *j*-й группе технологического оборудования;

$t_{ij}^{cp}$  — средняя арифметическая трудоемкость *i*-й детали, час;

$\Phi^{cp}$  — средний арифметический остаток фонда рабочего времени, приходящийся на одну группу технологического оборудования, час;

$I_j$  — индекс («+» или «-»), характеризующий остаток фонда рабочего времени *j*-й группы технологического оборудования (результат сравнения остатка фонда рабочего времени данной группы технологического оборудования со средним арифметическим значением остатка фонда рабочего времени по всем группам технологического оборудования);

$I_{ij}$  — индекс («+» или «-»), характеризующий трудоемкость обработки *i*-й детали на *j*-й группе технологического оборудования (результат сравнения трудоемкости обработки *i*-й детали на *j*-й группе технологического оборудования со средней арифметической величиной трудоемкости обработки *i*-й детали по всем группам технологического оборудования);

$\Phi_{jl}^*$  — остаток фонда рабочего времени *j*-й группы технологического оборудования в относительном измерении после включения в план производства КПП (*l*-1)-й детали;

\* — символ, характеризующий показатель, выраженный в относительных величинах.

Пример решения задачи распределения производственной программы выпуска изделий (деталей) методом «шаблон-контршаблон» представлен в табл. 6.5 и 6.6.

Таблица 6.5

## Исходные данные

Гр. об., <i>j</i>	$\Phi_j^П$ , час	$T_j^O$ , час	$\Phi_j$ , час	Подетальная трудоемкость выборочной номенклатуры деталей, час. $T_{ij} = t_{ij}^B N_i$										$T_j^B$ , час
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
А	120	95	25	5	1	1	—	9	1	8	2	3	9	39
Б	80	67	13	—	—	8	1	5	2	1	4	—	1	22
В	150	120	30	7	9	—	4	8	9	—	7	9	1	54
Г	50	43	7	—	—	1	2	—	2	2	1	1	—	9

Возможные варианты словесной и математически формализованной записи критериев оптимальности:

1. Максимизация уровня загрузки групп технологического оборудования (наиболее полная загрузка оборудования):

$$1.1. \quad \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{\sum_{i=1}^n t_{ij} N_i \mathbf{и}_i}{\Phi_j} \rightarrow \max ; \quad (6.56)$$

$$1.2. \quad \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n t_{ij} N_i \mathbf{и}_i}{\sum_{j=1}^m \Phi_j} \rightarrow \max ; \quad (6.57)$$

$$1.3. \quad \min_{j=1, m} \frac{\sum_{i=1}^n t_{ij} N_i \mathbf{и}_i}{\Phi_j} \rightarrow \max . \quad (6.58)$$

2. Минимизация остатков полезного фонда времени групп технологического оборудования:

$$2.1. \quad \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \left( \Phi_j - \sum_{i=1}^n t_{ij} N_i \mathbf{и}_i \right) \rightarrow \min ; \quad (6.59)$$

$$2.2. \quad \max_{j=1, m} \left( \Phi_j - \sum_{i=1}^n t_{ij} N_i \mathbf{и}_i \right) \rightarrow \min . \quad (6.60)$$

Ограничительные условия по производственным ресурсам для каждого короткого планового периода можно выразить следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n t_{ij} N_i \mathbf{и}_i \leq \Phi_j, \quad j = \overline{1, m}; \quad (6.61)$$

$$\mathbf{и}_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-я деталь включается в план КПП;} \\ 0, & \text{если } i\text{-я деталь не включается в план КПП.} \end{cases} \quad (6.62)$$

*Алгоритм метода «шаблон-контршаблон»*

1. Определяются трудоемкости обработки всех деталей обязательной и выборочной номенклатуры на каждой  $j$ -й группе технологического оборудования:

$$T_j^O = \sum_{i \in N^O} t_{ij}^O N_i; \quad T_j^B = \sum_{i \in N^B} t_{ij}^B N_i. \quad (6.63)$$

2. Определяются остатки фонда рабочего времени для каждой  $j$ -й группы технологического оборудования после включения деталей обязательной номенклатуры в план короткого календарного планового периода:

$$\Phi_j = \Phi_j^П - T_j^O. \quad (6.64)$$

3. Исходная информация переводится из абсолютных величин в относительные величины, т. е. остаток фонда рабочего времени по каждой группе технологического оборудования принимается за единицу ( $\forall j \Phi_j^* = 1$ ), а трудоемкости

Таблица 6.6

## Расчетная таблица метода «шаблон-контршаблон»

Шифр $j$ -й группы оборудования	Фонд рабочего времени $j$ -й группы оборудов. в абсолют. величинах, час.	Индекс $j$ -й группы оборудования	Фонд рабочего времени $j$ -й группы оборудования в относительных величинах	Шифр $i$ -й номенклатурной позиции. Номер детали (изделия) — « $i$ »												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
$j$	$\Phi_j$	$I_j$	$\Phi_j^*$	Подetailная трудоемкость в относительных величинах, $t_{ij}^*$												
А	25	+	1	0,2	0,04	0,04	—	0,36	0,04	0,32	0,08	0,12	0,36			
Б	13	—	1	—	—	0,615	0,077	0,385	0,154	0,077	0,308	—	0,077			
В	30	+	1	0,233	0,3	—	0,133	0,267	0,3	—	0,233	0,3	0,033			
Г	7	—	1	—	—	0,143	0,286	—	0,286	0,286	0,143	0,143	—			
Ср. знач.	18,75			0,108	0,085	0,1995	0,124	0,253	0,195	0,171	0,191	0,141	0,1175			
Шифр $j$ -й группы технол. оборудования, $j$				Индекс $i$ -й детали по $j$ -й группе технологического оборудования, $I_{ij}$												
А				+	—	—	—	+	—	+	—	—	+			
Б				—	—	+	—	+	—	—	+	—	—			
В				+	+	—	+	+	+	—	+	+	—			
Г				—	—	—	+	—	+	+	—	+	—			
Шифр $j$ -й группы технол. оборудования, $j$				Остатки фонда рабочего времени и характеризующие их индексы по группам технологического оборудования $\Phi_j^*$ , $I_j$												
А				0,8	—	0	0,76	+	0,76	+	0,72	+	0,04	—	0,36	+
Б				1	+	0	0,385	—	0,308	—	0,154	—	0	—	0,077	—
В				0,767	—	0	0,767	+	0,634	+	0,334	—	0,301	+	0,301	+
Г				1	+	0	0,857	+	0,571	+	0,285	—	0	—	0,285	+

Окончание табл. 6.6

Среднее значение остатка фонда раб. вр. $\Phi^{ср.}$	0,892	0	0,692	0,568	0,373	0,085	0,256
Номер итерации выбора детали (изделия), $I$	Число совпадений индексов по группам технологического оборудования для $i$ -й детали						
I	4	3	1	2	3	2	3
II		1	3	2	1	2	1
III		2		3	2	3	2
IV		2			2	3	2
V		2			2	3	4
VI		2			2	3	
VII		4			2	3	3

обработки деталей выборочной номенклатуры по каждой группе технологического оборудования выражаются в долях единицы:

$$t_{ij}^* = \frac{T_{ij}}{\Phi_j}. \quad (6.65)$$

Осуществление вычислительного процесса в относительных величинах целесообразно для приведения остатков фонда и трудоемкостей (исходной информации) к сопоставимым величинам.

4. Определяется в абсолютном выражении среднее арифметическое значение остатка фонда, приходящееся на одну группу технологического оборудования:

$$\Phi^{cp} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \Phi_j. \quad (6.66)$$

5. Определяются индексы по каждой группе технологического оборудования. Остаток фонда рабочего времени по каждой группе технологического оборудования присваивается индекс (знак) плюс или минус. Если остаток фонда по той или иной группе технологического оборудования будет равен среднему остатку или будет больше его, то соответствующему остатку фонда присваивается знак плюс, в противоположном случае — знак минус:

$$I_j = \begin{cases} \text{«+»}, & \text{если } \Phi_j \geq \Phi^{cp}; \\ \text{«-»}, & \text{если } \Phi_j < \Phi^{cp}. \end{cases} \quad (6.67)$$

6. Для каждой детали выборочной номенклатуры определяется в относительном измерении среднее арифметическое значение трудоемкости обработки (средняя величина трудоемкости, средняя трудоемкость):

$$t_i^{cp} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m t_{ij}^*. \quad (6.68)$$

7. Определяются индексы  $i$ -й детали по  $j$ -й группе технологического оборудования. Для всех деталей выборочной номенклатуры определяются индексы по каждой группе технологического оборудования. Если трудоемкость обработки  $i$ -й детали на  $j$ -й группе технологического оборудования будет больше или равна средней трудоемкости данной детали, то этому значению трудоемкости присваивается индекс (знак) плюс, в противоположном случае — знак минус:

$$I_{ij} = \begin{cases} \text{«+»}, & \text{если } t_{ij}^* \geq t_{ij}^{cp}; \\ \text{«-»}, & \text{если } t_{ij}^* < t_{ij}^{cp}. \end{cases} \quad (6.69)$$

8. По всем деталям выборочной номенклатуры, не включенным на данный момент времени в план производства рассматриваемого КПП, подсчитывается число совпадений одноименных индексов по группам технологического оборудования, характеризующих структуру остатка фонда рабочего времени группы технологического оборудования (*шаблон*) и трудоемкости деталей (*контршаблон*).

Присвоение остаткам фонда рабочего времени и трудоемкостям знаков плюс и минус, а затем подсчет числа совпадений одноименных индексов преследуют целью обеспечить на каждой из итераций расчета включение в план производства таких деталей, которые бы эффективно дозагружали производственную мощность предприятия. Структура трудоемкости у них наилучшим образом соответствует структуре остатка фонда рабочего времени. Отсюда и название: метод «шаблон-контршаблон» [1].

9. Для того чтобы наилучшим образом, наиболее полно и равномерно использовать имеющиеся ресурсы, очевидно, необходимо, чтобы конфигурации шаблона и контршаблона совпадали или были, по крайней мере, близки. Это можно определять по числу совпадений индексов шаблона и контршаблона на каждой итерации включения детали в план. Поэтому для включения в план производства, рассматриваемого КПП, выбирается деталь с наибольшим числом совпадений индексов, а если таких деталей несколько, то первая из них по порядку. Затем определяются в абсолютном выражении новые остатки фонда рабочего времени по каждой группе технологического оборудования:

$$\Phi_{jl} = \begin{cases} 1, & \text{если } l = 1; \\ \Phi_{j(l-1)} - t_{(l-1)j}, & \text{если } l > 1; \end{cases} \quad (6.70)$$

где  $l$  — номер итерации расчета, а также номер детали, включенной в план короткого планового периода на  $l$ -й итерации.

Если при включении выбранной детали в план результат вычитания ее трудоемкости из остатков фонда рабочего времени даст отрицательное число по какой-либо группе технологического оборудования, то вместо нее в план вводится следующая по порядку деталь (если имеется несколько деталей с наибольшим количеством совпадений) или деталь с меньшим количеством совпадений, которая также проверяется на разность между остатками фонда рабочего времени по группам технологического оборудования и трудоемкостью обработки выбранной детали. Если детали, дающей положительную величину этой разности, не будет найдено, то расчеты заканчиваются.

10. Определяются в относительном измерении новые остатки фонда рабочего времени по каждой группе технологического оборудования после включения в план производства очередной детали выборочной номенклатуры:

$$\Phi_{jl}^* = \begin{cases} 1, & \text{если } l = 1; \\ \Phi_{j(l-1)}^* - t_{(l-1)j}^*, & \text{если } l > 1, \end{cases} \quad (6.71)$$

где  $l$  — номер итерации расчета, а также номер детали, включенной в план короткого планового периода на  $l$ -й итерации.

11. Определяется в относительном измерении среднее арифметическое значение остатка фонда, приходящееся на одну группу технологического оборудования:

$$\Phi^{\text{ср}*} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \Phi_j^*. \quad (6.72)$$

12. Определяются индексы по каждой группе технологического оборудования. Остаткам фонда рабочего времени по каждой группе технологического

оборудования присваивается индекс (знак) плюс или минус. Если остаток фонда по той или иной группе технологического оборудования будет равен среднему остатку или будет больше его, то соответствующему остатку фонда присваивается знак плюс, в противоположном случае — знак минус:

$$I_j = \begin{cases} \text{«+»}, & \text{если } \Phi_j^* \geq \Phi^{cp*}; \\ \text{«-»}, & \text{если } \Phi_j^* < \Phi^{cp*}. \end{cases} \quad (6.73)$$

### 13. Переход к п. 8.

Метод «шаблон-контршаблон», как и любой другой эвристический метод, не гарантирует получения оптимального решения, но позволяет получать рациональные решения, близкие к оптимальным.

Приведенные выше экономико-математическая модель и метод «шаблон-контршаблон» позволяют сформировать производственную программу выпуска одного короткого планового периода в номенклатурном разрезе. Для следующего короткого планового периода производственная программа выпуска формируется из оставшихся неназначенных номенклатурных позиций плана на весь календарный период (т. е. производственной программы на весь плановый период, охватывающий рассматриваемые КПП) и т. д. Следовательно, реализуется поэтапная схема распределения производственной программы выпуска изделий (деталей) по коротким плановым периодам.

## 6.7. Экономико-математические модели и методы, используемые при решении комплекса задач сетевого планирования и управления

В отечественной практике логистики задачи согласования, как класс задач исследования операций, имеют специальное название — сетевое планирование и управление (СПУ), определяющее методы представления и решения указанных задач (методы СПУ).

В этих задачах исследуются процессы, состоящие из комплекса взаимосвязанных работ (операций, событий, экспериментов и т. п.), четко разграниченных по продолжительности выполнения, по ресурсам, затрачиваемым на работы, а также по месту выполнения с целью оценки ожидаемого развития процесса во времени и выявления работ, наиболее важных с точки зрения сроков завершения всего процесса в целом. В ряде случаев решаются также задачи учета используемых ресурсов и сокращения стоимости работ.

По способу оценки времени выполнения работ (операций) задачи согласования делятся на детерминированные и вероятностные (стохастические). Если продолжительность работы предполагается точно известной и неизменной, то имеем детерминированную задачу согласования, в противоположном случае — вероятностную. В детерминированных задачах не учитываются случайные изменения продолжительности работы, которые могут оказывать существенное влияние на срок завершения всего процесса в целом.

Отображение процесса разработки, принятия и реализации управленческого решения, процесса перевозки грузов, экономического процесса, строительства большого объекта, процесса разработки сложной научной проблемы, элементов экономической системы, экономического проекта, процесса выполнения задания (проекта) и т. д. в виде сетевых графов — достаточно распространенный прием моделирования систем такого рода.

Сетевое моделирование является одним из наиболее мощных методов графического моделирования организационных и технологических процессов. Сетевая модель изображается в виде графа, которым может быть представлен любой комплекс взаимосвязанных работ: научных, конструкторских, управленческих и т. д.

Модели СПУ разрабатываются как модели параллельно-последовательного принятия решений, в которых в момент принятия очередного решения используются не только плановые данные, но и сведения о фактическом состоянии управляемых процессов (объектов). Это обусловлено необходимостью многократного принятия решений в меняющихся условиях, что является отличительной чертой задач, реализуемых с помощью методов СПУ.

Методы сетевого планирования и управления представляют собой один из разделов теории управления большими системами и предназначены для планирования и управления производственно-экономическими системами. Планирование и реализация функции управления осуществляются с помощью сетевых моделей, которые являются одним из классов экономико-математических моделей.

Методы СПУ позволяют формировать оптимальные по выбранным критериям планы и осуществлять оптимальное управление.

В данном учебнике углубляется теоретико-практический аспект применения аппарата экономико-математического моделирования на сетевых графах.

Данная глава содержит компактное изложение основных вопросов, относящихся к построению и анализу детерминированных сетевых моделей.

### ***6.7.1. Основные понятия сетевых моделей в терминах работ и событий***

Поясним основные расчетные процедуры и понятия сетевых графов, графиков и моделей в терминах работ и событий.

**Сетевой граф** по внешнему виду есть конечный ориентированный граф без контуров, вершины которого отображают события, а дуги — элементарные операции, или работы. Сетевой граф не обладает размерностью, он только отражает технологический процесс достижения промежуточных и конечной целей.

**Сетевой график (СГ)** — это формальное отображение комплекса взаимосвязанных работ ориентированным конечным связанным сетевым графом (отображающим отношения предшествования), на котором заданы количественные параметры (прежде всего временные параметры).

Сетевой график дает наглядную и понятную картину последовательности выполнения работ по реализации проекта (комплекса работ). Помимо того что

такие графики показывают начало и окончание каждой работы (операции), они четко указывают на очередность выполнения работ (операций), а также показывают резервы времени, которыми обладают работы, не лежащие на критическом пути. На нем наглядно видны последствия запаздывания в выполнении любой работы с точки зрения времени реализации всего комплекса работ (проекта). Таким образом, СГ представляет цепи работ (операций) и событий, отражая их технологическую последовательность и связь в процессе достижения промежуточных и конечной цели. Он позволяет наглядно изобразить логическую и временную структуру сложного комплекса взаимосвязанных работ и предоставляет возможность эффективно планировать, контролировать ход выполнения проекта — управлять проектом.

**Сетевая модель** — это полная графическая модель комплекса работ, направленных на достижение конечной цели (выполнение единого задания, проекта), в которой определяются логическая взаимосвязь событий (подцелей), последовательность работ (операций) и взаимосвязи между ними во времени, а также вся совокупность количественных параметров.

Сетевые модели позволяют наглядно устанавливать взаимосвязи работ и событий, анализировать состояние процесса в каждый заданный момент времени и оптимизировать комплекс работ, т. е. дают возможность получать комплексные оценки отображаемых ими систем (объектов планирования и управления), раскрывая механизм их работы. Анализируя сетевые модели и экспериментируя с ними, обычно удается определить, как влияют изменения в рассматриваемой системе на конечный результат ее функционирования (в том числе с целью прогнозирования, планирования поведения системы и разработки, принятия адекватных эффективных управленческих решений). Последнее особенно важно, поскольку исключает необходимость проведения эксперимента на самой системе, что либо вообще невозможно, либо сопряжено с чрезмерными затратами.

Сетевая модель может быть представлена в виде формализованных зависимостей, в табличном виде или в виде сетевого графика, т. е. схемы, на которой в строго определенном порядке отображен весь комплекс процедур (работ, операций), обеспечивающих достижение конечной цели, с соответствующими количественными и качественными характеристиками.

Сетевые модели разделяются (классифицируются): по характеру и количеству поставленных целей — на одноцелевые и многоцелевые; по степени определенности тех или иных параметров — на детерминированные и стохастические (вероятностные); по количеству учитываемых критериев оптимальности — на однокритериальные и многокритериальные; по виду управляемых ресурсов — на временные, стоимостные и ресурсные (материальные); по количеству сетей, из которых строятся модели, — на односетевые и многосетевые; по степени огрубления структуры объекта исследования — на детализированные и агрегированные; по характеру функционирования — на модели единичного и постоянного действия; по степени формализации и автоматизации — на неавтоматизированные и автоматизированные, по типу объединения работ — на построенные по схеме «И», по схеме «ИЛИ» и на комбинированные — по схеме «И/ИЛИ».

**Основными элементами сетевого графика** являются работа (изображается стрелкой — квазивектором), событие (изображается кружком) и путь.

**Работа** — это любой трудовой процесс, характеризующийся затратами времени и ресурсов (например, сборка узла, изготовление детали, проектирование машины, какого-либо из ее узлов, разработка плана производства и т. п.) или только времени — старение, т. е. процесс или действие, которое нужно совершить, чтобы перейти от одного события к другому. Работа на графике изображается сплошной линией со стрелкой ( $\rightarrow$ ). К этому понятию примыкает понятие *зависимость*, или *фиктивная работа*. Оно выражает только связь, зависимость отдельных работ и характеризует тот случай, когда для начала данной работы требуется завершение одной или нескольких работ (непосредственно предшествующих данной), причем эту связь работ нельзя выразить ни через временные, ни через какие-либо другие ресурсные затраты, так как этих затрат нет. На графике эта связь изображается пунктирной линией со стрелкой ( $- \rightarrow$ ). Фиктивная работа представляет собой логическую связь между событиями и показывает зависимость начала выполнения какой-либо работы или совокупности работ от результатов выполнения другой или других и выполняется мгновенно.

**Событие** — это промежуточный или окончательный результат выполнения одной или нескольких работ или всего комплекса работ. В первом случае такое событие представляет собой результат, необходимый для начала каких-либо других работ; во втором случае момент наступления события будет характеризовать достижение промежуточной цели; в последнем — момент наступления события будет характеризовать достижение конечной цели. Если событие является результатом выполнения нескольких работ, то оно считается свершившимся только при завершении всех этих работ. События в сети совершаются мгновенно, без затрат времени и ресурсов, на графике они отображаются окружностями. Таким образом, *событие* — это фиксированный момент времени, который представляет собой одновременно окончание предыдущей работы (работ), т. е. ее результат (исключение — исходное событие СГ) и начало непосредственно следующей работы или последующих работ (исключение — завершающее событие СГ). События могут быть пронумерованы, номер события проставляется внутри окружности.

Для формирования сетевого графа большое значение имеет определение взаимосвязей работ и событий, в частности установление их непосредственного предшествования и непосредственного следования. Так, работами, непосредственно предшествующими данной, являются работы, входящие в событие, из которого выходит данная работа. При этом начальное (исходное) событие сетевого графа не имеет входящих в него работ, поэтому работы, выходящие из этого события, не имеют непосредственно предшествующих. Непосредственно следующие за данной или данными работами называются работы, выходящие из события, в которое входят рассматриваемые работы. Для начала непосредственно следующей работы необходимо завершение всех непосредственно предшествующих. Из конечного (завершающего) события сетевого графа не выходит ни одна работа, поэтому у работ, входящих в это событие, не будет ни одной непосредственно следующей работы.

**Путь** — это набор (последовательность) работ, выполняемых непрерывно в строгой последовательности от начального (исходного) события до любого промежуточного или конечного (завершающего) события (полный путь). **Длина пути** определяется суммой продолжительностей лежащих на нем работ. В зависимости от того, какое из событий сетевого графа является начальным (исходное или промежуточное) и какое из событий является последним (промежуточное или завершающее) в рассматриваемом пути, различают **укороченный или полный путь**. Путь от начального (исходного) до конечного (завершающего) события СГ называется **полным**. Путь от исходного события до данного называется предшествующим данному событию, а от данного события до завершающего называется **последующим** за данным событием. Наиболее продолжительный из всех полных путей сетевого графа называется **критическим**, а лежащие на нем работы — **критическими**. Эти работы определяют потенциально узкие места. *Сетевой граф, в зависимости от его топологии, может иметь несколько критических путей.*

*Продолжительность критического пути характеризует минимально возможное время выполнения всего комплекса работ.*

При построении сетевых графиков необходимо соблюдать определенные **правила**. Основными из них являются: простая, по возможности, форма представления, в частности, исключение или минимизация пересечений работ; необходимость однозначного определения каждой работы одной парой событий — начальным и конечным; сетевой граф может иметь только одно исходное и одно завершающее события; запрещение заикливания работ и т. д.

**Код работы** определяется как номер ее начального и номер ее конечного события. Номер начального события работы должен быть меньше номера ее конечного события.

Для правильной нумерации событий сетевого графа и соответственно кодировки его работ можно использовать следующий алгоритм.

**Шаг 1.** Просматривается весь сетевой граф и выбирается событие, в которое не входит ни одна работа. Следовательно, это событие является исходным событием сетевого графа и ему присваивается номер 1.

**Шаг 2.** Исключаются из дальнейшего рассмотрения работы, которые выходят из пронумерованного события.

**Шаг 3.** Просматривается оставшаяся часть сетевого графа и выбирается событие, в которое не входит ни одна из оставшихся работ. Этому событию сетевого графа присваивается следующий по порядку номер из натурального ряда чисел. Если таких событий окажется два или более, то выбирается любое из них, например расположенное левее (или выше).

**Шаг 4.** Если остались пронумерованные события сетевого графа, то перейти к шагу 2, иначе процедура нумерации закончена.

**Сетевое планирование и управление** — система, применяемая в управлении крупными комплексами работ (процессами создания (проектирования, строительства) любых систем — управление проектами; научно-техническими разработками и другими комплексами работ), основанная на использовании сетевых графиков и компьютеров (современных телекоммуникационных, ком-

пьютерных информационных технологий и систем); графоаналитический метод планирования и управления.

Примерами видов СПУ являются моделирование на основе методов и средств PERT (Program Evolution Review Technique)-сетей и CPM (Critical Path Method) — метода критического пути.

**Под системой сетевого планирования и управления** следует понимать комплекс экономико-математических моделей и методов, технических и программных средств, организационных мероприятий, предназначенных для повышения эффективности планирования и управления производственно-экономическими и логистическими системами.

**Система сетевого планирования и управления** — система организационного управления, реализующая функции планирования, контроля и оперативного управления комплексами работ на основе построения, анализа, оптимизации и актуализации особого класса экономико-математических моделей, называемых сетевыми моделями (сетевыми графиками).

**Комплекс задач сетевого планирования и управления** включает в себя следующие подкомплексы задач:

- построение сетевого графа, нумерация событий и кодировка его работ;
- расчет временных параметров сетевого графика;
- установление возможности выполнения задания (проекта) в определенный срок, т. е. оценка реализуемости проекта в течение фиксированного отрезка времени (директивный срок);
- оптимизация сетевого графика по временным параметрам;
- оптимизация сетевого графика по стоимости работ;
- оптимизация сетевого графика по ресурсам;
- привязка сетевого графика к календарю;
- формирование расписаний выполнения работ сетевого графика (рассматриваемого комплекса работ — проекта);
- формирование графиков загрузки ресурсов для рассматриваемого комплекса работ (проекта);
- анализ состояния процесса в каждый заданный момент времени;
- другие задачи.

### *6.7.2. Построение сетевых моделей и расчет их основных параметров*

Построение сетевой модели предусматривает выполнение следующих четырех этапов:

- определение целей и ограничений проекта. Цели и ограничения проекта обычно связаны с тремя сторонами реализации проекта (продолжительностью, стоимостью и качеством), а также наличием производственных ресурсов и другими особыми моментами;
- определение перечня (совокупности) работ, входящих в проект, и оценку (прогнозирование, расчет) длительности каждой работы (операции);

- установление и анализ отношений очередности работ и формирование сетевого графа, отражающего эти отношения;
- построение календарного сетевого графика на основе полученного сетевого графа, оценок продолжительности работ, расчета временных параметров и привязки сетевого графика к календарю.

**Экономико-математическая модель задачи СПУ** имеет следующий вид.

**Условные обозначения (исходные данные):**

- $h, i, j, k, m$  — номера событий СГ;
- $i$  — номер начального события данной работы,  $i = 1, 2 \dots m-1$ ;
- $j$  — номер конечного события данной работы,  $j = 2, 3 \dots m$ ;
- $m$  — номер завершающего события СГ;
- $i-j$  — данная работа СГ;
- $h-i$  — работа, непосредственно предшествующая данной ( $i-j$ )-й работе;
- $j-k$  — работа, непосредственно следующая за данной ( $i-j$ )-й работой;
- $T_{ij}$  — трудоемкость (длительность) выполнения данной работы;
- $P_{ij}$  — потребность в ресурсе для выполнения данной работы;
- $S$  — располагаемый фонд ресурса  $s$ -го вида;
- $P_{ijs}$  — количество единиц ресурса  $s$ -го вида, необходимого для выполнения ( $i-j$ )-й работы;
- $T_k$  —  $k$ -й момент времени;
- $T_{нач.ij}, T_{ок.ij}$  — момент времени соответственно начала и окончания данной ( $i-j$ )-й работы;
- $P_{ijsk}$  — количество единиц ресурса  $s$ -го вида, необходимого для выполнения ( $i-j$ )-й работы в  $k$ -й момент времени (если  $T_{нач.ij} \leq T_k \leq T_{ок.ij}$ , то  $\forall k P_{ijsk} = P_{ijs}$ );
- $S_k$  — располагаемый в  $k$ -й момент времени фонд ресурса  $s$ -го вида;
- $S_{ост.k}$  — остаток фонда ресурса  $s$ -го вида, располагаемого в  $k$ -й момент времени;
- $\{A\}$  — множество работ СГ, ожидающих выполнения;
- $\{A_k\}$  — множество работ СГ, ожидающих выполнения в  $k$ -й момент времени;
- $\{B\}$  — совокупность работ, принадлежащих множеству работ  $\{A_k\}$ ;
- $T_{ij}^{ран}, T_{ij}^{поз}$  — соответственно моменты времени самого раннего начала и окончания данной ( $i-j$ )-й работы;
- $T_{ij}^{пн}, T_{ij}^{по}$  — соответственно моменты времени самого позднего начала и окончания данной ( $i-j$ )-й работы;
- $T_{кр}$  — длина критического пути СГ;
- $r_{ij}^1, r_{ij}^2$  — частный резерв времени данной ( $i-j$ )-й работы соответственно первого и второго вида;
- $R_{ij}$  — полный (общий) резерв времени данной ( $i-j$ )-й работы;
- $r_{ij}^H$  — независимый (свободный) резерв времени ( $i-j$ )-й работы;
- $T$  — продолжительность выполнения всего комплекса работ данного сетевого графика;
- $T_{дир}$  — директивный срок выполнения всего комплекса работ данного сетевого графика.

**Пример исходных данных** (о составе, взаимосвязи и трудоемкости работ некоторого комплекса) для расчета временных параметров сетевого графика и формирования расписания выполнения его работ приведены в табл. 6.7.

### Определение продолжительности работ сетевого графика

Для **недетерминированных работ СГ**, продолжительность выполнения которых определить точно невозможно, определяется **ожидаемая продолжительность** их выполнения ( $T_{i-j}^{ож}$ ) и **дисперсия** ( $\sigma^2$ ) одним из следующих способов:

#### Первый способ

$$T_{i-j}^{ож} = \frac{2T_{i-j}^{max} + 3T_{i-j}^{min}}{5}; \quad \sigma^2 = \left( \frac{T_{i-j}^{max} - T_{i-j}^{min}}{5} \right)^2. \quad (6.74)$$

Таблица 6.7

Исходные данные для расчета параметров сетевого графика

Работа, непосредственно предшествующая данной (i-j)-й работе	Работа процесса (проекта)	Трудоемкость (продолжительность) данной работы, рабочий день	Потребность в ресурсе для выполнения данной работы, человек
<i>h-i</i>	<i>i-j</i>	$T_j$	$P_j$
—	а	7	3
—	б	3	5
а	в	4	2
а	г	8	2
а, б	д	5	1
а, б	е	5	4
в	ж	2	4
г, д	з	6	2

Ежедневно располагаемый фонд ресурса *s*-го вида равен 6 единицам, т. е.  $S = 6$  человек

#### Второй способ

$$T_{i-j}^{ож} = \frac{T_{i-j}^{max} + 4T_{i-j}^{NB} + T_{i-j}^{min}}{6}; \quad \sigma^2 = \left( \frac{T_{i-j}^{max} - T_{i-j}^{min}}{6} \right)^2, \quad (6.75)$$

где  $T_{i-j}^{min}$  — **минимальная (оптимистическая)** продолжительность выполнения данной работы (продолжительность данной работы при самых благоприятных условиях ее выполнения),  $i = 1, 2 \dots m-1, j = 2, 3 \dots m$ ;

$T_{i-j}^{max}$  — **максимальная (пессимистическая)** продолжительность выполнения данной работы (продолжительность данной работы при самых неблагоприятных условиях ее выполнения),  $i = 1, 2 \dots m-1, j = 2, 3 \dots m$ ;

$T_{i-j}^{NB}$  — **наиболее вероятная** продолжительность выполнения данной работы (продолжительность данной работы при наиболее часто встречающихся условиях ее выполнения),  $i = 1, 2 \dots m-1, j = 2, 3 \dots m$ ;

$T_{i-j}^{ож}$  — **ожидаемая** продолжительность данной работы,  $i = 1, 2 \dots m-1, j = 2, 3 \dots m$ .

**Основные расчетные формулы** (для расчета временных параметров сетевого графика):

$$T_{ij}^{PH} = \begin{cases} 0, & \text{если } i=1 \text{ (1 – номер исходного события СГ);} \\ \max_{h-i} T_{hi}^{PO}, & \text{если } i > 1; \end{cases} \quad (6.76)$$

$$T_{ij}^{PO} = T_{ij}^{PH} + T_{ij}; \quad (6.77)$$

$$T_{кр} = \max_{i-m} T_{ij}^{PO}, \text{ где } m \text{ – номер завершающего события СГ;} \quad (6.78)$$

$$T_{ij}^{PO} = \begin{cases} T_{кр}, & \text{если } j = m \text{ (} m \text{ – номер завершающего события СГ);} \\ \min_{j-k} T_{jk}^{ПН}, & \text{если } j < m; \end{cases} \quad (6.79)$$

$$T_{ij}^{ПН} = T_{ij}^{PO} - T_{ij}; \quad (6.80)$$

$$r_{ij}^1 = \begin{cases} T_{ij}^{ПН}, & \text{если } i = 1; \\ T_{ij}^{ПН} - T_{hi}^{PO}, & \text{если } i > 1; \end{cases} \quad (6.81)$$

$$r_{ij}^2 = \begin{cases} T_{кр} - T_{ij}^{PO}, & \text{если } j = m; \\ T_{jk}^{PH} - T_{ij}^{PO}, & \text{если } j < m; \end{cases} \quad (6.82)$$

$$R_{ij} = T_{ij}^{ПН} - T_{ij}^{PH} = T_{ij}^{PO} - T_{ij}^{PO}; \quad (6.83)$$

$$r_{ij}^H = r_{ij}^1 + r_{ij}^2 - R_{ij}. \quad (6.84)$$

### Критерии оптимальности

При формировании рационального варианта расписания выполнения работ сетевого графика в качестве критерия оптимальности может быть выбран один из приведенных ниже. Для одноресурсной модели в математически формализованном виде их можно записать следующим образом.

1. Минимизация общего времени выполнения всего комплекса работ:

$$\left. \begin{aligned} T &\rightarrow \min, \\ S_k &= \text{const} = S \quad \forall k \end{aligned} \right\}. \quad (6.85)$$

2. Максимизация загрузки ресурсов:

$$\left. \begin{aligned} \sum_k \left( S_k - \sum_{ij} P_{ijk} \right) &\rightarrow \min, \\ S_k &= \text{const} = S \quad \forall k. \end{aligned} \right\}. \quad (6.86)$$

3. Равномерность загрузки или потребления ресурсов:

$$\left. \begin{aligned} \max_k \left\{ S_k - \sum_{ij} P_{ijk} \right\} \rightarrow \min, \\ S_k = \text{const} = S \quad \forall k. \end{aligned} \right\} \quad (6.87)$$

4. Минимизация потребности в ресурсах (потребности в располагаемом фонде ресурса  $s$ -го вида) при соблюдении директивного срока выполнения всего комплекса работ:

$$\left. \begin{aligned} S \rightarrow \min, \\ T \leq T_{\text{дир}}, \\ S_k = \text{const} = S \quad \forall k \\ \text{или} \\ \left( S = \max_k S_k \right) \rightarrow \min, \\ T \leq T_{\text{дир}}, \\ \exists k \quad S_k \neq \text{const}. \end{aligned} \right\} \quad (6.88)$$

#### Ограничительные условия

Для выполнения каждой работы необходимыми условиями являются:

— завершение выполнения всех работ, непосредственно предшествующих рассматриваемой, т. е.

$$\left. \begin{aligned} T_{\text{ок.}hi} \leq T_{\text{нач.}ij} \quad \forall h, \\ T_{\text{ок.}ij} \leq T_{\text{нач.}jk} \quad \forall k; \end{aligned} \right\}; \quad (6.89)$$

— наличие в каждый  $k$ -й момент времени ( $T_k$ ) для выполняемых работ требуемого количества ресурсов всех видов, а следовательно, в каждый  $k$ -й момент времени суммарный расход ресурса  $s$ -го вида не может превысить некоторой заданной величины  $S_k$ , т. е.

$$\sum_{i-j} P_{ijsk} \leq S_k \quad \forall s, k, T_k. \quad (6.90)$$

Количество работ рассматриваемого комплекса может быть любым (т. е. нет ограничения на количество работ сетевого графика).

На рис. 6.13 представлен сетевой график, построенный по исходным данным табл. 6.7.

На рис. 6.14 представлена схема отображения значений параметров непосредственно на сетевом графике.

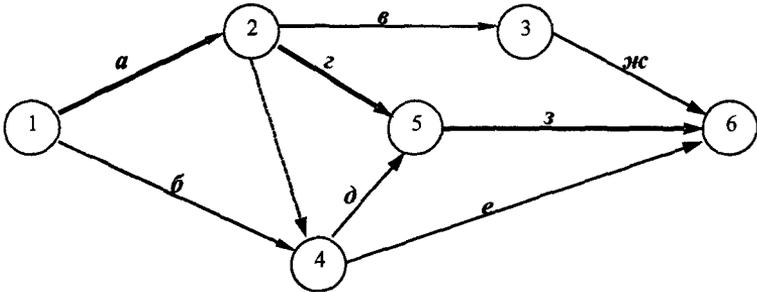


Рис. 6.13. Сетевой график выполнения комплекса работ

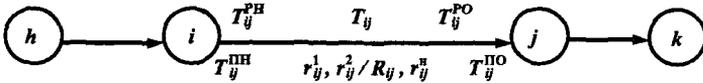


Рис. 6.14. Схема отображения параметров сетевого графика

Схема очередности (по этапам) расчетов временных параметров сетевого графика представлена на рис. 6.15.

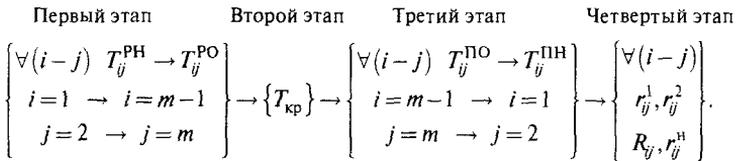


Рис. 6.15. Принципиальная схема очередности расчетов временных параметров сетевого графика

Из схемы следует, что сначала рассчитываются для каждой работы сетевого графика пара ранних временных параметров (сначала раннее начало, а затем раннее окончание) в очередности от первой работы к последней (от работ с меньшим кодом к работам с большим кодом, а на графике соответственно слева направо). Далее определяется величина (длина) критического пути. Затем рассчитываются для каждой работы пара поздних временных параметров (сначала позднее окончание, а затем позднее начало) в очередности от последней работы к первой (от работ с большим кодом к работам с меньшим кодом, а на графике соответственно справа налево). После этого можно рассчитать в любой очередности частный резерв времени первого и второго вида, полный резерв времени и независимый (свободный) резерв времени для каждой работы сетевого графика.

В табл. 6.8 представлены результаты расчета временных параметров сетевого графика (в табличной форме) для рассматриваемого примера (см. табл. 6.7, рис. 6.13).

Таблица 6.8

## Результаты расчета временных параметров сетевого графика

Работа $i-j$	Временные параметры сетевого графика								
	$T_{ij}$	$T_{ij}^{PH}$	$T_{ij}^{PO}$	$T_{ij}^{ПО}$	$T_{ij}^{ПН}$	$r_{ij}^1$	$r_{ij}^2$	$R_{ij}$	$r_{ij}^H$
1-2	7	0	7	7	0	0	0	0	0
1-4	3	0	3	10	7	7	4	7	4
2-3	4	7	11	19	15	8	0	8	0
2-4	0	7	7	10	10	3	0	3	0
2-5	8	7	15	15	7	0	0	0	0
3-6	2	11	13	21	19	0	8	8	0
4-5	5	7	12	15	10	0	3	3	0
4-6	5	7	12	21	16	6	9	9	6
5-6	6	15	21	21	15	0	0	0	0
Длина критического пути $T_{кр} = 21$									
Работы критического пути: 1-2, 2-5, 5-6									

Модели и методы сетевого планирования позволяют на основе исходной информации определить самые ранние и самые поздние возможные сроки начала и окончания каждой работы комплекса, представленного сетевой моделью, рассчитать время, необходимое для выполнения всего комплекса работ, выявить критические работы, несвоевременное выполнение которых влечет за собой изменение общего времени выполнения всего комплекса, а также не критические работы, небольшие задержки в выполнении которых не сказываются на общей продолжительности комплекса.

При анализе полученных результатов расчета временных параметров сетевого графика длина критического пути сравнивается с директивным (или желаемым) сроком выполнения всего комплекса работ данного сетевого графика. При этом оцениваются резервы времени работ с целью последующей оптимизации сетевого графика по критерию минимизации времени выполнения всего комплекса работ. Работы, не лежащие на критическом пути, имеют определенные резервы времени, что позволяет наиболее эффективно их использовать и распределять ресурсы по работам как на этапе оптимизации СГ, так и в процессе мониторинга и регулирования хода выполнения комплекса работ. При этом следует учитывать, что использование резерва времени одной работы может уменьшить резервы последующих или предшествующих работ СГ. В некоторых случаях продолжительность времени выполнения работы может быть увеличена без изменения резервов времени предшествующих и последующих работ СГ. Такое увеличение времени работы возможно за счет использования независимого (свободного) резерва времени ( $i-j$ )-й работы ( $r_{ij}^H$ ).

**Свободный (независимый) резерв времени** определяет, на сколько по времени мы можем удлинить выполнение данной работы, т. е. увеличить длительность

ее выполнения по сравнению с нормативом (плановой длительностью), что не приведет к увеличению длины критического пути (а следовательно, и к увеличению минимально возможного времени выполнения всего комплекса работ СГ). При этом сохраняются (не затрагиваются) резервы времени у других работ СГ (в частности, полный резерв времени работы), которыми можно воспользоваться (например, для оптимизации выполнения работ СГ), и это не приведет к увеличению длины критического пути. Положительная величина независимого (свободного) резерва времени характеризует работу СГ, которая не принадлежит максимальным полным путям, проходящим через ее начальное и конечное событие.

**Полный (или общий) резерв времени работы** характеризует, на сколько максимально по времени мы можем задержать начало ее выполнения (при сохранении нормативной (плановой длительности)) или завершение ее выполнения (в том числе из-за увеличения длительности по сравнению с нормативной (плановой длительностью)) при условии соблюдения плановой длительности для всех работ, которые лежат вместе с данной работой на самом длинном (по времени) из всех полных путей, которым принадлежит рассматриваемая работа, и отсутствия перерывов между выполнением смежных работ на указанном пути, что не приведет к увеличению длины критического пути (а следовательно, и к увеличению минимально возможного времени выполнения всего комплекса работ СГ).

**Использование частного резерва времени второго вида данной работы** не нарушает ранних сроков начала выполнения последующих работ СГ, рассчитанных на этапе определения временных параметров СГ, и следовательно, не приведет к увеличению длины критического пути и минимально возможного времени выполнения всего комплекса работ СГ.

Выполним краткий анализ сетевого графика (см. табл. 6.8, рис. 6.13). Сетевой график (см. рис. 6.13) содержит шесть полных путей, один из которых критический. Критическим (наиболее продолжительным) является путь: 1–2, 2–5, 5–6. Его продолжительность равна 21 дню (7+8+6).

Продолжительность критического пути характеризует минимально возможное время выполнения всего комплекса работ, т. е. 21 день.

Задержка при выполнении любой работы на критическом пути (на рис. 6.13 выделен жирной линией) приведет к нарушению срока наступления соответствующего события критического пути и, следовательно, к срыву всего комплекса работ. Остальные пять полных путей короче критического и поэтому имеют некоторый резерв времени, например, путь 1–2, 2–3, 3–6 имеет резерв в 8 дней (38%), путь 1–4, 4–6 имеет резерв в 9 дней (43%). Следовательно, напряженность последнего пути равна 0,57, что означает допустимость задержки при выполнении работ 1–4 и 4–6, принадлежащих данному пути, в сумме не более чем на 9 дней. Но поскольку работа 1–4 принадлежит также другому полному пути (1–4, 4–5, 5–6) с продолжительностью 14 дней, который обладает резервом времени в 7 дней (21 – 14 = 7), то можно допустить задержку в выполнении работы 1–4 не более чем на 7 дней, иначе не удастся выполнить весь комплекс работ за 21 день.

### ***6.7.3. Привязка сетевого графика к календарю***

Привязка сетевого графика к календарю осуществляется следующим образом. Отображается временная ось с календарными датами (ось абсцисс). На ней с плановой даты начала выполнения комплекса работ последовательно изображаются работы критического пути. Затем, начиная с работ, имеющих меньший код, пристраиваются все остальные работы, не лежащие на критическом пути. Они изображаются выше или ниже временной оси в виде квазивекторов, проекция которых на временную ось должна быть равна трудоемкости (длине) данной работы.

Фиктивная работа (или зависимость) изображается пунктирной стрелкой, расположенной перпендикулярно к оси времени, так как ее трудоемкость равна нулю.

При появлении двух и более событий, имеющих одинаковый номер и расположенных на одной вертикали (т. е. события свершаются в один и тот же день), их следует объединить.

При появлении двух и более событий, имеющих одинаковый номер и расположенных не на одной вертикали, они соединяются пунктирной стрелкой и нумеруются слева направо путем добавления еще одного символа (например, ба, бб, бв или 6.1, 6.2, 6.3). Эти соединительные пунктирные стрелки характеризуют частный резерв времени второго вида соответствующей работы.

На рис. 6.16 выполнена привязка сетевого графика к календарю (см. табл. 6.8).

На рис. 17 выполнена привязка сетевого графика к календарю (см. табл. 6.8) в форме ленточного графика-схемы Ганта.

### ***6.7.4. Модели и методы решения задач оптимизации выполнения комплекса работ с учетом ограничений по ресурсам***

При формировании оптимального (рационального) варианта расписания выполнения работ с учетом ресурсов, распределенных во времени, в качестве критерия оптимальности могут быть выбраны следующие.

1. Минимизация общего времени выполнения всего комплекса работ при соблюдении ограничений на ресурсы.
2. Максимизация загрузки ресурсов.
3. Равномерность загрузки (использования) ресурсов.
4. Минимизация потребления ресурсов при соблюдении директивного срока выполнения всего комплекса работ.
5. Непрерывность использования ресурсов.
6. Минимизация отклонений от заданных сроков наступления целевых событий при соблюдении ограничений на ресурсы.
7. Минимизация дополнительных или простаивающих (пролеживающих) ресурсов при соблюдении директивного срока выполнения всего комплекса работ и др.

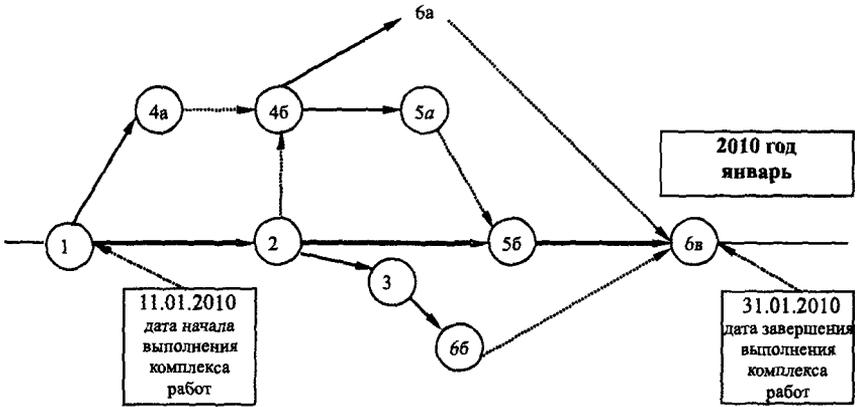


Рис. 6.16. Сетевой график выполнения комплекса работ по датам

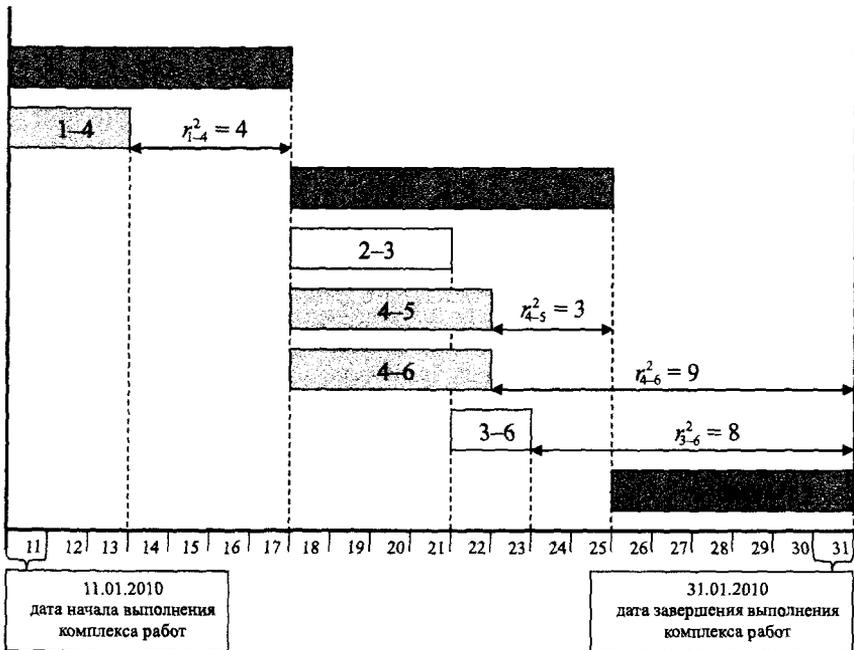


Рис. 6.17. Сетевой график выполнения комплекса работ по датам в форме ленточного графика-схемы Гантта

Решение данной задачи требует учета в каждый момент времени достаточности объемов ресурсов различных видов. В качестве таких ресурсов могут выступать трудовые ресурсы — численность сотрудников (работников) в структурных подразделениях организации (предприятия), выполняющих определенные работы; финансовые ресурсы; материальные и другие виды ресурсов.

Дадим краткую постановку задачи формирования расписания выполнения комплекса работ, заданного сетевым графиком, с учетом ограничений по ресурсам, распределенным во времени (т. е. нескладируемые ресурсы).

Пусть для выполнения каждой  $(i-j)$ -й работы некоторого комплекса, представленного сетевым графиком (например, см. рис. 6.13), требуется  $P_{ij}$  единиц ресурса  $s$ -го вида. Известно, что в каждый  $k$ -й момент времени ( $T_k$ ) суммарный расход ресурса не может превысить некоторой заданной величины  $S_k$  (располагаемый фонд ресурса  $s$ -го вида в  $k$ -й момент времени), т. е.

$$\sum_{i-j} P_{ijsk} \leq S_k \quad \forall s, k, T_k. \quad (6.91)$$

В рассматриваемом примере (для одноресурсной модели) располагаемый фонд ресурса (трудовые ресурсы — число специалистов) является величиной постоянной в течение всего планового периода времени, т. е.

$$S_k = \text{const} = S = 6 \text{ человек} \quad \forall k. \quad (6.92)$$

Все работы рассматриваемого комплекса выполняются непрерывно (не допускается прерывать выполнение уже начатой работы) и обладают одинаковым приоритетом, т. е. на процесс выполнения работ, для которых уже выполнены предшествующие им работы (на момент времени их начала  $T_{\text{нач},ij}$  и окончания  $T_{\text{ок},ij}$ ), никаких ограничений не накладывается.

Необходимо сформировать оптимальный (рациональный) вариант расписания выполнения работ рассматриваемого комплекса (обеспечивающее минимальное время выполнения всего комплекса работ  $T \rightarrow \min$ ) и график загрузки (использования) ресурсов (для нашего примера соответственно рис. 6.18 и рис. 6.19).

Потребность в ресурсах для выполнения работ рассматриваемого комплекса и ежедневно располагаемый фонд ресурса представлены в табл. 6.7.

Возможна постановка обратной задачи.

Пусть для выполнения каждой  $(i-j)$ -й работы некоторого комплекса, представленного сетевым графиком, требуется  $P_{ij}$  единиц ресурса  $s$ -го вида. Весь комплекс работ необходимо завершить к моменту времени  $T$ .

Необходимо сформировать оптимальный (рациональный) вариант расписания выполнения работ рассматриваемого комплекса и график загрузки ресурсов, обеспечивающие минимальный объем ресурсов, требуемый для выполнения всего комплекса работ в установленный срок. Для одноресурсной модели критерий оптимальности можно математически выразить следующим образом:

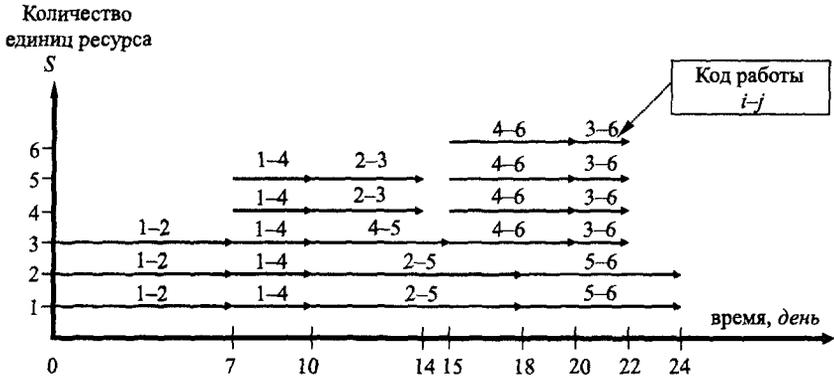


Рис. 6.19. Расписание выполнения комплекса работ

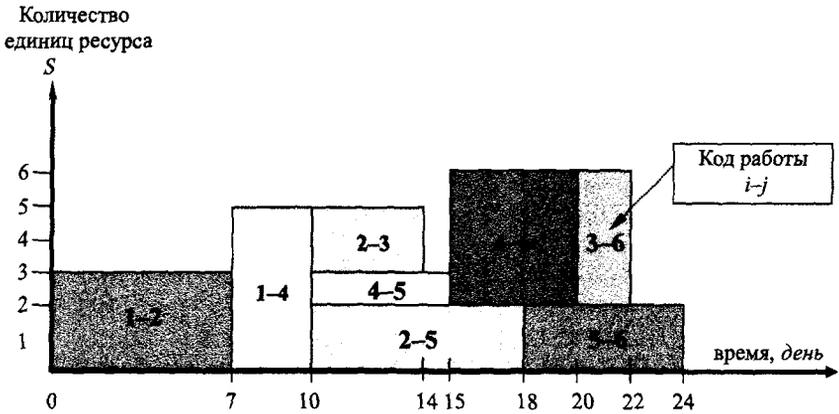


Рис. 6.20. График загрузки (использования) ресурсов

$$\left. \begin{array}{l} S \rightarrow \min \\ \text{или} \\ (S = \max_k S_k) \rightarrow \min. \end{array} \right\} \quad (6.93)$$

Для одноресурсной модели может быть использован также и другой критерий — обеспечение наиболее равномерного потребления ресурсов в течение всего планового периода. Хотя критерий равномерности необязателен, например, в строительстве используется параболическая загрузка ресурсов. Таким образом, в общем случае потребление ресурсов в течение планового периода может быть задано некоторой функцией от времени и необходимо обеспечить минимальное суммарное отклонение от заданной функции использования ресурсов во времени.

Необходимо отметить, что приведенные постановки задач распределения ресурсов можно усложнять в зависимости от реальной ситуации и целей планирования. Например, разрешая прерывать выполнение уже начатой работы или устанавливая приоритетность работ, в том числе обусловленную использованием дефицитного вида ресурса. Очевидно, что для многоресурсных моделей постановка и поиск решения задачи значительно усложняются по сравнению с одноресурсными.

Фрагмент экономико-математической модели для рассматриваемой прямой постановки задачи представлен ниже:

$$\left. \begin{array}{l} T \rightarrow \min, \\ \sum_{i-j} P_{ijsk} \leq S_k \quad \forall s, k, T_k, \\ S_k = \text{const} = S \quad \forall k. \end{array} \right\} \quad (6.94)$$

Рассматриваемая задача является многовариантной оптимизационной. Оптимальное решение можно найти путем полного перебора всех вариантов или используя специальные точные экономико-математические методы (математического программирования), но для реальных производственных условий, а следовательно, задач реальной размерности эти методы, даже при использовании современной вычислительной техники, малопригодны.

Отметим, что в ряде частных случаев удается свести рассматриваемую задачу к виду, достаточно простому для ее решения, методами линейного программирования, а поскольку в настоящее время создан весьма мощный аппарат линейного программирования, то на современной вычислительной технике решение таких задач (большой и сверхбольшой размерности) не составляет особого труда.

Для решения поставленной задачи чаще всего используются эвристические методы, в частности методы, основанные на выборе и реализации эвристических правил (правил предпочтения).

В общем случае нет универсальных эвристических правил, пригодных для решения всех задач рассматриваемого класса для различных критериев оптимальности и ограничительных условий, учитывающих все многообразие (различие) производственных условий. В каждой конкретной задаче для получения рационального расписания выполнения работ некоторого комплекса в соответствии с выбранным критерием оптимальности и ограничительными условиями может быть использовано одно или несколько (совокупность) эвристических правил.

Совокупность эвристических правил формируется для того, чтобы в любой момент времени (при наличии минимально необходимого — достаточного количества ресурсов) можно было выбрать хотя бы одну работу из множества работ  $\{A_k\}$ , ожидающих выполнения в  $k$ -й момент времени, и выбор был однозначным. Поэтому, как правило, последним в совокупности правил предпочтения используется выбор по минимальному коду работы.

Обычно все эвристические правила делят на две группы:

- правила, зависящие лишь от работ, участвующих в конфликтной ситуации (работы, которые могут быть назначены для выполнения в данный момент времени);
- правила, зависящие не только от работ, участвующих в конфликтной ситуации, но и от работ, которые должны быть выполнены в дальнейшем.

Можно предложить некоторые из наиболее употребительных правил предпочтения (выбора, назначения) работ  $(i-j)$ .

1. Правило наиболее трудоемкой работы  $(i-j)$ :

$$(i-j) \in \{A_k\} \mid T_{ij} = \max_{i-j} T_{ij}, P_{ijsk} \leq S_{\text{ост.}k}. \quad (6.95)$$

В соответствии с этим правилом из множества работ  $\{A_k\}$ , ожидающих выполнения в  $k$ -й момент времени, выбирается  $(i-j)$ -я работа, которая имеет максимальную трудоемкость и для выполнения которой требуются ресурсы  $(P_{ijsk})$  в объеме не более оставшегося  $(S_{\text{ост.}k})$  в рассматриваемый момент времени после включения других работ.

2. Правило наименее трудоемкой работы:

$$(i-j) \in \{A_k\} \mid T_{ij} = \min_{i-j} T_{ij}, P_{ijsk} \leq S_{\text{ост.}k}. \quad (6.96)$$

В соответствии с этим правилом из множества работ  $\{A_k\}$ , ожидающих выполнения в  $k$ -й момент времени, выбирается та, которая имеет минимальную трудоемкость.

3. Правило наибольшей суммарной загрузки ресурса:

$$\{B_y\} \subset \{A_k\} \mid \sum_{(i-j) \in \{B_y\}} P_{ijsk} = \max_y \sum_{(i-j) \in \{B_y\}} P_{ijsk} \leq S_k. \quad (6.97)$$

В соответствии с этим правилом из множества работ  $\{A_k\}$ , ожидающих выполнения в  $k$ -й момент времени, выбирается такая совокупность работ  $\{B_y\}$ , которая максимально загружает свободный ресурс  $S_k$  в  $k$ -й момент времени  $T_k$ .

4. Правило наибольшей потребности в ресурсе:

$$(i-j) \in \{A_k\} \mid P_{ijs} = \max_{i-j} P_{ijs}, P_{ijsk} \leq S_{\text{ост.}k}. \quad (6.98)$$

В соответствии с этим правилом из множества работ  $\{A_k\}$ , ожидающих выполнения в  $k$ -й момент времени, выбирается та, для выполнения которой требуется максимальное количество ресурса.

5. Правило наименьшей потребности в ресурсе:

$$(i-j) \in \{A_k\} \mid P_{ijs} = \min_{i-j} P_{ijs}, P_{ijsk} \leq S_{\text{ост.}k}. \quad (6.99)$$

В соответствии с этим правилом из множества работ  $\{A_k\}$ , ожидающих выполнения в  $k$ -й момент времени, выбирается та, для выполнения которой требуется минимальное количество ресурса.

6. Правила минимального резерва времени:

$$6.1. \quad (i-j) \in \{A_k\} \mid R_{ij} = \min_{i-j} R_{ij}, P_{ijsk} \leq S_{\text{ост.}k}. \quad (6.100)$$

$$6.2. \quad (i-j) \in \{A_k\} \mid r_{ij}^1 = \min_{i-j} r_{ij}^1, P_{ijsk} \leq S_{\text{ост.}k}. \quad (6.101)$$

$$6.3. \quad (i-j) \in \{A_k\} \mid r_{ij}^2 = \min_{i-j} r_{ij}^2, P_{ijsk} \leq S_{\text{ост.}k}. \quad (6.102)$$

В соответствии с этими правилами из множества работ  $\{A_k\}$ , ожидающих выполнения в  $k$ -й момент времени, выбирается та, которая обладает минимальным резервом времени соответственно или полным (общим), или частным первого вида, или частным второго вида.

7. Правило критической работы:

$$(i-j) \in \{A_k\} \mid R_{ij} = r_{ij}^1 = r_{ij}^2 = 0, P_{ijsk} \leq S_{\text{ост.}k}. \quad (6.103)$$

В соответствии с этим правилом из множества работ  $\{A_k\}$ , ожидающих выполнения в  $k$ -й момент времени, выбирается работа критического пути.

8. Правило минимального кода работы:

$$(i-j) \in \{A_k\} \mid (i-j) = \min(i-j), P_{ijsk} \leq S_{\text{ост.}k}. \quad (6.104)$$

В соответствии с этим правилом из множества работ  $\{A_k\}$ , ожидающих выполнения в  $k$ -й момент времени, выбирается та, которая имеет минимальный код работы.

9. Правило наибольшего доступа.

В соответствии с этим правилом из множества работ  $\{A_k\}$ , ожидающих выполнения в  $k$ -й момент времени ( $T_k$ ), выбирается та, завершение выполнения которой в момент времени  $T_k + T_{ij}$  дает возможность приступить к выполнению наибольшего числа работ, непосредственно следующих за данной (или всех работ, следующих за данной).

10. Правило случайного назначения работ.

11. Рандомизированные (комбинированные) правила предпочтения и другие правила. В рассматриваемом примере (см. табл. 7, 8) для формирования оптимального (рационального) варианта расписания выполнения комплекса работ, заданного сетевым графиком (см. рис. 13), с учетом ограничений по ресурсам, распределенным во времени (т. е. нескладируемые ресурсы), выбрана следующая совокупность эвристических правил предпочтения:

- 1) правило наибольшего доступа;
- 2) правило критической работы;
- 3) правило наиболее трудоемкой работы;
- 4) правило минимального кода работы.

Расписание выполнения комплекса работ и график загрузки ресурсов, построенные с использованием данной совокупности эвристических правил предпочтения для рассматриваемого примера, представлены соответственно на рисунках 18 и 19.

Для рассматриваемого примера получено оптимальное решение (24 дня), так как общее время выполнения комплекса работ лишь на 3 дня больше длины критического пути, а в эти 3 дня выполняется работа «1–4» (работа «Б»), которая не может быть запараллелена (выполняться одновременно) с работами критического пути ввиду ограничения по ресурсам:

$$S = 6, P_{1-4} = 5, P_{-2} + P_{1-4} = 8 > S, P_{2-5} + P_{1-4} = 7 > S. \quad (6.105)$$

Поскольку при использовании различных совокупностей (наборов) правил или отдельных правил предпочтения получают неравнозначные с точки зрения выбранного критерия расписания выполнения комплекса работ и графики загрузки ресурсов, то применительно к конкретным производственным условиям необходимо оценить эффективность тех или иных правил предпочтения, т. е. выяснить близость полученных расписаний и графиков к оптимальному варианту.

При оценке эффективности правил предпочтения можно воспользоваться, например, следующими методами.

1. Решение тестовых задач. В качестве тестовых выбираются задачи, достаточно близкие к данным производственным условиям и решенные каким-либо точным методом.

Недостатком этого метода является то, что задачи, решаемые точными методами, имеют небольшую размерность и количество этих задач невелико. Поэтому выбор правил предпочтения может оказаться недостаточно обоснованным.

2. Метод сравнения экспериментов. Он основан на моделировании конкретных производственных условий и позволяет определить в соответствии с выбранным критерием наилучшее правило или совокупность правил предпочтения (имитационный метод).

## Оглавление

Предисловие . . . . .	3
-----------------------	---

### Часть 1

Концептуально-методологические и организационно-экономические  
основы логистики и управления цепями поставок (УЦП)

<b>Глава 1. Истоки и эволюция логистики . . . . .</b>	<b>7</b>
---	----------

1.1. Истоки, историческое возникновение логистики. . . . .	7
1.2. Эволюционные этапы развития и парадигмы современной логистики. . . . .	16
1.3. Развитие методологии и научной базы логистики в России и за рубежом . . . . .	27

<b>Глава 2. Понятийно-терминологический аппарат логистики и УЦП . . . . .</b>	<b>38</b>
---	-----------

2.1. Подходы к определению логистики и УЦП . . . . .	38
2.2. Цели, основные правила и задачи . . . . .	43
2.3. Логистические операции, функции и бизнес-процессы . . . . .	46
2.4. Логистическая система и цепи: архитектура, декомпозиция, классификация . . . . .	50
2.5. Основные концепции управления логистическими системами . . . . .	62
2.6. Объекты и субъекты управления логистическими системами и УЦП . . . . .	65

<b>Глава 3. Аутсорсинг логистических функций и бизнес-процессов . . . . .</b>	<b>76</b>
---	-----------

3.1. Концепция логистического аутсорсинга . . . . .	76
3.2. Логистические провайдеры . . . . .	78
3.3. Формы аутсорсинга логистических функций и бизнес-процессов . . . . .	83
3.4. Российский рынок услуг аутсорсинга логистических функций . . . . .	85
3.5. Эффективность логистического аутсорсинга . . . . .	89

<b>Глава 4. Логистические центры. . . . .</b>	<b>92</b>
---	-----------

4.1. Логистические центры фирм . . . . .	92
4.2. Региональные логистические центры . . . . .	93

4.3. Состав типичного регионального логистического центра . . . . .	94
4.4. Логистические центры в России . . . . .	97
<b>Глава 5. Экономические основы логистики и УЦП. . . . .</b>	<b>99</b>
5.1. Экономические особенности логистических систем . . . . .	99
5.2. Управление затратами в логистических системах . . . . .	104
5.2.1. <i>Издержки, затраты, расходы и себестоимость</i> <i>как экономические категории . . . . .</i>	104
5.2.2. <i>Классификация затрат . . . . .</i>	108
5.2.3. <i>Анализ «затраты — объем производства — прибыль» . . . . .</i>	120
5.3. Основные методы учета затрат и калькулирования себестоимости продукции. . . . .	125
5.3.1. <i>Роль калькулирования себестоимости продукции</i> <i>в управлении производством . . . . .</i>	125
5.3.2. <i>Попередельный, попроцессный и позаказный методы учета</i> <i>затрат и калькулирования . . . . .</i>	127
5.3.3. <i>Учет по фактической и нормативной себестоимости . . . . .</i>	132
5.3.4. <i>Система «стандарт-кост» . . . . .</i>	135
5.3.5. <i>Калькулирование полной себестоимости продукции . . . . .</i>	136
5.3.6. <i>Система «директ-костинг» . . . . .</i>	138
5.3.7. <i>Метод учета и калькулирования затрат</i> <i>по функциям «ABC-костинг» . . . . .</i>	140
5.3.8. <i>Концепция управления по целевой себестоимости</i> <i>«таргет-костинг» . . . . .</i>	143
5.3.9. <i>Система управления себестоимостью «кайзен-костинг» . . . . .</i>	150
5.4. Ценообразование в логистических системах. . . . .	156
5.4.1. <i>Роль ценообразования в современных условиях . . . . .</i>	156
5.4.2. <i>Методологические вопросы ценообразования . . . . .</i>	157
5.4.3. <i>Постановка задач и целей при управлении ценообразованием . . . . .</i>	159
5.4.4. <i>Политика ценообразования . . . . .</i>	160
5.4.5. <i>Классификация методов ценообразования . . . . .</i>	163
5.4.6. <i>Особенности ценообразования в сфере логистики</i> <i>на примере транспортных услуг . . . . .</i>	181
5.5. Управление финансовыми потоками в логистике и УЦП . . . . .	182
5.5.1. <i>Понятие, сущность, параметры и требования</i> <i>финансовых потоков . . . . .</i>	183
5.5.2. <i>Функции управления финансовыми потоками</i> <i>в логистических системах . . . . .</i>	187
5.5.3. <i>Классификация финансовых потоков в логистических системах . . . . .</i>	190
5.5.4. <i>Принципы, задачи и цель управления финансовыми потоками . . . . .</i>	196
5.5.5. <i>Концептуальные основы управления финансовыми потоками . . . . .</i>	199

5.5.6. Синхронизация движения финансовых и материальных потоков в логистической системе . . . . .	209
5.6. Оценка эффективности логистических систем на основе финансово-экономических показателей . . . . .	223
5.7. Оценка эффективности инвестиций в логистические проекты . . . . .	231
5.7.1. Расчет индекса доходности и рентабельности логистического проекта . . . . .	235
5.7.2. Расчет чистой текущей стоимости . . . . .	237
5.7.3. Расчет внутренней нормы доходности . . . . .	238
5.7.4. Построение диаграммы денежных потоков (CF) . . . . .	239
5.7.5. Расчет сроков окупаемости инвестиций в логистический проект . . . . .	241
5.7.6. Расчет коэффициента эффективности инвестиций . . . . .	243
5.7.7. Расчет точки безубыточности логистического проекта . . . . .	244
<b>Глава 6. Экономико-математические методы и модели в логистике . . . . .</b>	<b>245</b>
6.1. Термины и определения основных понятий . . . . .	246
6.2. Классификация экономико-математических моделей . . . . .	251
6.3. Процесс экономико-математического моделирования . . . . .	254
6.4. Экономико-математические модели и методы календарного планирования . . . . .	263
6.5. Экономико-математические модели и методы теории расписаний . . . . .	265
6.5.1. Постановка детерминированной задачи упорядочения, построение и исследование математической модели . . . . .	268
6.5.2. Экономико-математические модели и методы, используемые при решении комплекса задач определения очередности запуска-выпуска . . . . .	281
6.6. Экономико-математические модели и методы, используемые при решении комплекса задач распределения производственной программы по коротким плановым периодам . . . . .	304
6.6.1. Календарное распределение производственной программы выпуска изделий (деталей) методом интегрального показателя . . . . .	305
6.6.2. Календарное распределение производственной программы выпуска изделий (деталей) методом «шаблон-контршаблон» . . . . .	309
6.7. Экономико-математические модели и методы, используемые при решении комплекса задач сетевого планирования и управления . . . . .	316
6.7.1. Основные понятия сетевых моделей в терминах работ и событий . . . . .	317
6.7.2. Построение сетевых моделей и расчет их основных параметров . . . . .	321
6.7.3. Привязка сетевого графика к календарю . . . . .	329
6.7.4. Модели и методы решения задач оптимизации выполнения комплекса работ с учетом ограничений по ресурсам . . . . .	329

*Учебное издание*

**Аникин Борис Александрович,  
Родкина Татьяна Анатольевна,  
Волочиенко Владимир Антонович и др.**

**ЛОГИСТИКА И УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК.  
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА.  
ОСНОВЫ ЛОГИСТИКИ**

Учебник

Подписано в печать 15.12.2019. Формат 60×90<sup>1/16</sup>.  
Печать цифровая. Печ. л. 21,5. Тираж 50 экз.

ООО «Проспект»  
111020, г. Москва, ул. Боровая, д. 7, стр. 4.

