

**А.И. Орлов**

**МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ  
МЕНЕДЖМЕНТА**

*Учебник*

**Москва  
Ай Пи Ар Медиа  
2023**

**УДК 65.01**  
**ББК 65.050**  
**О-66**

**Автор:**

*Орлов А.И.* — д-р экон. наук, д-р техн. наук, канд. физ.-мат. наук, проф.,  
проф. кафедры экономики и организации производства (ИБМ-2)  
Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана

**Рецензенты:**

*Фалько С.Г.* — д-р экон. наук, канд. техн. наук, проф., зав. кафедрой  
экономики и организации производства (ИБМ-2)  
Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана;  
*Луценко Е.В.* — д-р экон. наук, канд. техн. наук, проф.,  
проф. кафедры компьютерных технологий и систем  
Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина

**Орлов, Александр Иванович.**

**О-66** Методы и инструменты менеджмента : учебник / А.И. Орлов. —  
Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 403 с. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-4497-2233-1

В учебнике рассмотрены основные методы и инструменты менеджмента — науки и практики управления. Первая часть дает общее представление о менеджменте (основные понятия, функции менеджмента, начала теории управления, стратегический менеджмент, организационные структуры и механизмы управления). Вторая часть знакомит с конкретными направлениями менеджмента (маркетинг, инновационный менеджмент, инвестиционный менеджмент, управление рисками, социально-экологический менеджмент). Третья часть посвящена интеллектуальным инструментам менеджмента — методам принятия решений, оптимизации, эконометрики, экспертных оценок, моделированию процессов управления, контроллингу и информационным системам управления.

Подготовлен с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Учебник предназначен для студентов укрупненной группы специальностей и направлений подготовки «Экономика и управление», изучающих дисциплины «Менеджмент», «Методы и инструменты менеджмента», преподавателей и специалистов, заинтересованных в применении современных методов и инструментов менеджмента в экономике и управлении. Издание также будет полезно для широкого круга читателей, желающих познакомиться с современным менеджментом, менеджеров, экономистов, инженеров, самостоятельно повышающих квалификацию.

*Учебное электронное издание*

ISBN 978-5-4497-2233-1

© Орлов А.И., 2023

© ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа», 2023

*Учебное издание*

**Орлов Александр Иванович**

Редактор *А.Д. Талмаева*

Технический редактор, компьютерная верстка *Е.О. Зуева*

Корректор *О.А. Адясова*

Обложка *Я.А. Кирсанов, С.С. Сизиумова*, фотобанк «Лори»

Подписано к использованию 29.06.2023. Объем данных 8 Мб.

ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»

8 800 555 22 35 (бесплатный звонок по России)

E-mail: [sale@iprmedia.ru](mailto:sale@iprmedia.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	7
<b>ЧАСТЬ 1. ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О МЕНЕДЖМЕНТЕ</b> .....	13
1.1. Что такое менеджмент? .....	13
1.1.1. Определения основных понятий менеджмента .....	13
1.1.2. Развитие представлений о менеджменте .....	17
1.1.3. Структура современного менеджмента .....	22
1.2. Основные функции менеджмента .....	29
1.2.1. Основные функции управления по Анри Файолю .....	29
1.2.2. Прогнозирование .....	30
1.2.3. Планирование .....	36
1.2.4. Создание организационных структур как функция менеджмента .....	39
1.2.5. Руководство .....	41
1.2.6. Координация .....	43
1.2.7. Контроль .....	45
1.2.8. Современный этап — контроллинг .....	46
1.3. Основы теории управления .....	49
1.3.1. Основные понятия теории управления .....	49
1.3.2. Многокритериальность реальных задач управления .....	55
1.3.3. Об оптимальном управлении экономическими системами .....	56
1.4. Стратегический менеджмент .....	61
1.4.1. Пирамида планирования в стратегическом менеджменте .....	61
1.4.2. Проблема горизонта планирования в стратегическом менеджменте .....	67
1.4.3. Некоторые методы принятия решений в стратегическом менеджменте .....	72
1.5. Организационные структуры и механизмы управления .....	79
1.5.1. Виды организаций .....	79
1.5.2. Организация как совокупность структур .....	81
1.5.3. Функционирование управленческих структур .....	83
1.5.4. Управленческая ответственность .....	86
1.5.5. Различные схемы управления .....	87
1.5.6. Социометрическое исследование — инструмент менеджера .....	88



<b>ЧАСТЬ 2. КОНКРЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МЕНЕДЖМЕНТА</b> .....	94
2.1. Маркетинг .....	94
2.1.1. <i>Пример: маркетинг при открытии и работе пекарни-магазина</i> .....	94
2.1.2. <i>Жизненные циклы товаров и потребителей</i> .....	96
2.1.3. <i>Полевые методы изучения рынка</i> .....	101
2.1.4. <i>Кабинетные методы маркетинга</i> .....	114
2.1.5. <i>Методы воздействия на рынок</i> .....	122
2.2. Инновационный менеджмент .....	130
2.2.1. <i>Подготовка и проведение нововведений — часть работы менеджера</i> .....	131
2.2.2. <i>Инструменты инновационного менеджмента</i> .....	141
2.2.3. <i>Об одном подходе к оценке инновационных рисков</i> .....	147
2.3. Инвестиционный менеджмент.....	162
2.3.1. <i>Инвестиции и управление ими</i> .....	162
2.3.2. <i>Дисконт-функция</i> .....	166
2.3.3. <i>Характеристики финансовых потоков</i> .....	169
2.3.4. <i>Оценки погрешностей характеристик финансовых потоков и проблема горизонта планирования</i> .....	180
2.3.5. <i>Практические вопросы реализации инновационных и инвестиционных проектов</i> .....	183
2.4. Риск-менеджмент .....	188
2.4.1. <i>Прогнозирование рисков</i> .....	188
2.4.2. <i>Различные виды рисков</i> .....	197
2.4.3. <i>Управление рисками</i> .....	201
2.5. Социально-экологические проблемы управления в современных условиях.....	215
2.5.1. <i>Экономика — служанка общества</i> .....	216
2.5.2. <i>Влияние современной экологической ситуации на экономику и управление</i> .....	218
2.5.3. <i>Социально-экологические аспекты управления в масштабах государства</i> .....	223
2.5.4. <i>Социально-экологические аспекты управления персоналом</i> .....	224
2.5.5. <i>Социально-экологические проблемы управления в России</i> .....	224

<b>ЧАСТЬ 3. ИНСТРУМЕНТЫ МЕНЕДЖМЕНТА</b> .....	235
3.1. Принятие управленческих решений.....	235
3.1.1. <i>Пример задачи принятия решения</i> .....	235
3.1.2. <i>Основные понятия теории принятия решений</i> .....	237
3.1.3. <i>Голосование — один из методов экспертных оценок</i> .....	242
3.1.4. <i>Простые методы принятия решений</i> .....	244
3.1.5. <i>Декомпозиция задач принятия решения</i> .....	252
3.1.6. <i>Принятие решений в условиях инфляции</i> .....	260
3.1.7. <i>Современный этап развития теории принятия решений</i> .....	268
3.2. Методы оптимизации.....	274
3.2.1. <i>Линейное программирование</i> .....	275
3.2.2. <i>Целочисленное программирование</i> .....	289
3.2.3. <i>Теория графов и оптимизация</i> .....	292
3.3. Основы эконометрических методов.....	303
3.3.1. <i>Что такое эконометрика?</i> .....	303
3.3.2. <i>Метод наименьших квадратов для линейной функции</i> .....	309
3.3.3. <i>Основы линейного регрессионного анализа</i> .....	320
3.4. Экспертные методы .....	328
3.4.1. <i>Зачем менеджеру экспертные оценки?</i> .....	328
3.4.2. <i>Основные стадии экспертного опроса</i> .....	332
3.4.3. <i>Подбор экспертов</i> .....	334
3.4.4. <i>О разработке регламента проведения сбора и анализа экспертных мнений</i> .....	336
3.4.5. <i>Современная теория измерений и экспертные оценки</i> .....	342
3.4.6. <i>Метод согласования кластеризованных ранжировок</i> .....	353
3.4.7. <i>Математические методы анализа экспертных оценок</i> .....	359
3.5. Моделирование процессов управления .....	369
3.5.1. <i>Основные понятия теории моделирования</i> .....	369
3.5.2. <i>Математическое моделирование процессов управления</i> .....	376
3.5.3. <i>О методологии моделирования</i> .....	378
3.5.4. <i>Модель управления обучением</i> .....	380
3.6. Информационные системы управления и контроллинг .....	385
3.6.1. <i>Информационные системы управления предприятием (ИСУП)</i> .....	385
3.6.2. <i>Место ИСУП в системе контроллинга</i> .....	390
3.6.3. <i>Перспективы совместного развития ИСУП и контроллинга</i> .....	391
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ. ОБ АВТОРЕ</b> .....	399

## ПРЕДИСЛОВИЕ

**Менеджмент** — это научно-практическая и учебная дисциплина, посвященная проблемам управления в организации (на предприятии), на государственном, муниципальном и международном уровне.

В России XXI в. менеджмент преподается не только в вузах. От школ и техникумов до систем повышения квалификации и присвоения академической степени «Мастер делового администрирования» (МВА) — вот диапазон менеджмента как учебной дисциплины. Естественно, издано немало учебников и учебных пособий. Зачем нужна еще одна книга?

Часть учебной литературы по менеджменту является переводной и не отражает российской специфики. Часть отстала от современных научных разработок и недостаточно опирается на практический опыт управления.

С начала 1970-х гг. автор этой книги ведет научную работу в области управления, менеджмента и экономики. Одновременно приходится заниматься практической управленческой работой. В 1970–1977 гг. автор этой книги был директором Вечерней математической школы при Московском математическом обществе. Институт высоких статистических технологий и эконометрики был создан автором этих строк сорок пять лет назад, в 1978 г. (как одна из структур Научного Совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика»). С тех пор, естественно, менялся состав сотрудников, а иногда и название. Так, в 1989–1992 гг. он именовался Всесоюзным центром статистических методов и информатики Центрального правления Всесоюзного экономического общества. С 1997 г. Институт базируется в Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана. В настоящем учебнике использован опыт сорокапятилетнего руководства Институтом, а также некоторые из работ, выполненных нашим коллективом. С 1993 г. автор — профессор, преподавал менеджмент и экономические дисциплины в диапазоне от школы до программ подготовки МВА, в которых участвовали первые руководители организаций и предприятий.

Опыт научной и практической управленческой работы является конкурентным преимуществом автора и его учебника перед другими сочинениями по менеджменту.

**Предыстория учебника.** В 2000 г. издательство «Знание» выпустило учебное пособие «Менеджмент» (тираж 15 000 экз.). В нем автором этих строк написаны 5 глав (из 13), а именно «Основные функции менеджмента», «Стратегический менеджмент», «Маркетинг», «Инновационный менеджмент»,

«Принятие управленческих решений». На их основе была составлена книга «Менеджмент». Она размещена на нашем сайте<sup>1</sup>. В Интернете эта часть сайта пользовалась большим успехом. Ее постоянно запрашивали, переносили на иные сайты, помещали на компакт-диски (CD-ROM) среди лучших, по мнению составителей, книг. Эта книга оказалась полезной не только преподавателям и студентам, но и научным работникам. По данным Российского индекса научного цитирования на 26 мая 2023 г., наш «Менеджмент» 170 раз процитирован в научных публикациях.

В чем причины столь явно выраженной интернет-популярности? Ведь учебной литературы по менеджменту имеется весьма много. Как представляется, можно назвать *несколько причин*:

1. Изложение опирается на литературную традицию, но при этом постоянно используются отечественные сюжеты и собственный опыт управленческой деятельности.

2. Рассматриваются не только классические результаты, но и научные достижения (и проблемы) последних лет (в частности, в МГТУ им. Н.Э. Баумана, в том числе, в Институте высоких статистических технологий и эконометрики получен ряд новых результатов по менеджменту как научной, практической и учебной дисциплине).

3. Языку изложения уделяется большое внимание, он близок к научно-популярному (используется опыт работы автора в журналах «Пионер» и «Квант» в 1970-е гг.).

Научно-технический прогресс ставит перед инженерами, управленцами и экономистами новые задачи. В соответствии с потребностями практики в 2005 г. введена новая техническая учебная специальность 220701 «Менеджмент высоких технологий», относящаяся к тогда же введенному направлению подготовки дипломированных специалистов 220700 «Организация и управление наукоемкими производствами», предназначенному для обеспечения инженерами-менеджерами высокотехнологичных предприятий оборонно-промышленного комплекса. Для новой специальности понадобилась разработка нового научно-методического обеспечения, в том числе новых учебных дисциплин и соответствующих учебников (в частности, по организационно-экономическому моделированию), основанных на последних научно-технических разработках, подкрепленных практическим опытом. Так, сформирован блок учебных дисциплин «Организационно-экономическое моделирование», в который включены интеллектуальные инструменты современного менеджмента высоких технологий.

---

<sup>1</sup> Высокие статистические технологии: сайт. URL: <https://orlovs.pp.ru/> (дата обращения: 16.06.2023).

Сказанное объясняет, почему возникло желание издать получивший популярность материал, существенно его расширив и переработав с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта и вновь полученных научных результатов. Это предложение было поддержано издательством, результат — выпущенное в 2009 г. учебное пособие<sup>2</sup>. На основе этой книги подготовлено настоящее издание, доработанное и дополненное.

Учебник «Методы и инструменты менеджмента» предназначено прежде всего для студентов вузов различных специальностей (технических, управленческих, экономических и других), изучающих инженерно-экономические дисциплины, связанные с управлением людьми. Оно будет полезно и другим категориям читателей: слушателям различных структур послевузовской подготовки, преподавателям и научным работникам, инженерам, менеджерам и экономистам, повышающих свою квалификацию самостоятельно. В нем можно найти как изложение основ, так и информацию о последних научных достижениях — естественно, на доступном уровне, без экономико-математической зауми.

**Знания, умения, навыки, развитию которых способствует освоение материалов книги.**

Читатель получит **знания** в следующих областях:

- основные понятия современного менеджмента;
- история и современное состояние менеджмента;
- функции менеджмента;
- основы теории управления;
- организационные структуры и механизмы управления.

Учебник позволит овладеть базовыми **умениями** в основных разделах менеджмента, а именно, в таких, как:

- маркетинг (изучение и завоевание рынка);
- инновационный менеджмент (разработка и внедрение новшеств);
- инвестиционный менеджмент (в том числе оценка эффективности инвестиционных проектов);
- анализ, оценка и управление рисками;
- социально-экологический менеджмент.

---

<sup>2</sup> Орлов А.И. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование: учебное пособие для вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 2009.

Читатель приобретет **навыки** применения при решении практических задач таких современных интеллектуальных инструментов менеджмента, как:

- разработка и принятие управленческих решений;
- линейное и целочисленное программирование, оптимизация на графах;
- эконометрический анализ данных (метод наименьших квадратов, линейный регрессионный анализ);
- технологии экспертных исследований (организация сбора и анализа экспертных оценок, современная теория измерений, выявление коллективного мнения комиссии экспертов, медиана Кемени);
- моделирование процессов управления;
- контроллинг и использование информационных (цифровых) систем управления.

**Структура учебника.** Учебник состоит из трех частей. Первая посвящена общему представлению о менеджменте. Начинаем с основных понятий, затем кратко рассматриваем историю и современное состояние менеджмента, знакомимся с его функциями, основами теории управления, проблемами стратегического менеджмента (в сравнении с оперативным), классификацией организационных структур и механизмов управления.

Во второй части читатель имеет дело с основными конкретными направлениями менеджмента, такими как маркетинг, инновационный менеджмент, инвестиционный менеджмент, управление рисками, социально-экологический менеджмент и др.

При решении практических задач менеджмента приходится использовать разнообразные **интеллектуальные инструменты** — методы принятия управленческих решений, оптимизации, эконометрического анализа данных, сбора и обработки экспертных оценок, моделирования, контроллинга, а также использования информационных систем управления. Им посвящена третья — и основная — часть учебника. К ней приходится обращаться и при внимательном чтении первых двух частей, поскольку в изложении постоянно встречаются, например, ссылки на инструменты контроллинга.

Учебник не претендует на охват всех разделов современного менеджмента. Так, в нем нет материалов по производственному и финансовому менеджменту.

Включенные в учебник материалы прошли многолетнюю и всестороннюю проверку. Они использовались при преподавании студентам основного

и дополнительного (второго) образования, слушателям структур повышения квалификации и программ бизнес-школ (МВА — «Мастер делового администрирования»). Кроме МГТУ им. Н.Э. Баумана, они использовались при преподавании во многих других отечественных и зарубежных образовательных структурах.

К каждой главе учебника прилагаются список литературы, контрольные вопросы и задачи, примерные темы докладов, рефератов, исследовательских работ.

О роли литературных ссылок в учебнике необходимо сказать подробнее. Прежде всего книга представляет собой замкнутый текст, не требующий для своего понимания ничего, кроме знания стандартных учебных курсов высшей математики и основ экономической теории. Зачем же нужны ссылки? Дотошный читатель, в частности при подготовке рефератов и при желании глубже проникнуть в материал учебника, может обратиться к приведенным в каждой главе спискам цитированной литературы. Далее, каждая из глав книги — это только введение в большую область менеджмента, и вполне естественным является желание выйти за его пределы. Приведенные литературные списки могут этому помочь. Они доведены до публикаций, выпущенных в 2023 г. При этом надо помнить, что за многие десятилетия накопились большие книжные и журнальные богатства, и их надо активно использовать в практической деятельности.

Автор благодарен своим многочисленным коллегам, слушателям и студентам, прежде всего различных образовательных структур Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова и Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (программа «Топ-менеджер»), за полезные обсуждения.

Автор искренне благодарен сотрудникам издательства «Ар Пи Ар Медиа» за большую работу по подготовке рукописи учебника к изданию.

С текущей научной информацией по менеджменту можно познакомиться на сайте автора <http://orlovs.pp.ru>, его форуме <https://orlovs.pp.ru/forum/>, а также на странице Научно-исследовательской лаборатории «Экономико-математические методы в контроллинге» <http://ibm.bmstu.ru/nil/lab.html> (на сайте научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана).

Большой объем информации по современным научным исследованиям в области менеджмента и его интеллектуальных инструментов содержит электронный еженедельник «Эконометрика», выпускаемый с июля 2000 г. Автор искренне благодарен редактору этого электронного издания А.А. Орлову за многолетнюю поддержку.

В книге дано представление о методах и интеллектуальных инструментах менеджмента, соответствующее общепринятому в мире. Сделана попытка довести рассказ до современного уровня научных исследований в этой области. Конечно, возможны различные точки зрения по тем или иным частным вопросам. Автор будет благодарен читателям, если они сообщат свои вопросы и замечания по адресу издательства или непосредственно автору на форуме сайта <http://orlovs.pp.ru> либо по электронной почте (E-mail: [prof-orlov@mail.ru](mailto:prof-orlov@mail.ru)).



# ЧАСТЬ 1. ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О МЕНЕДЖМЕНТЕ

## 1.1. ЧТО ТАКОЕ МЕНЕДЖМЕНТ?

Начнем с определения основных понятий, затем кратко рассмотрим историю и современное состояние менеджмента.

### 1.1.1. Определения основных понятий менеджмента

В англо-русском словаре [1] есть слова *manage* (заведовать, руководить), *manager* (заведующий, правитель), *management* (управление).

**Термин «менеджмент».** Он уже много лет как вошел в русский язык (в конце XX в). Вопреки словарю, он не является точным синонимом русского термина «управление». Управлять можно не только заводом, но и автомобилем или ракетой. Менеджмент — всегда управление людьми. Причем управляет человек (а не компьютер или светофор). Поэтому широко используется термин «автоматическое управление», но бессмысленно говорить об «автоматическом менеджменте».

Термин «**управление**» обозначает совокупность скоординированных мероприятий, направленных на достижение поставленных целей [2, с. 5]. В. Зигерт дает такое определение: «Управление — это такое руководство людьми и такое использование средств, которое позволяет выполнять поставленные задачи гуманным, экономичным и рациональным путем» [3]. К этому надо добавить, что целеполагание, т.е. выбор целей и формулировка задач, также относится к управлению. Более того, целеполагание — одна из основных обязанностей менеджеров, особенно первых руководителей.

Термин «менеджмент» имеет *несколько значений*. Рассмотрим их.

1. Менеджмент понимается как вид трудовой деятельности. Управление — это умственный труд, в результате которого осуществляется процесс управления. Коротко говоря, **процесс управления** — это непрерывное осуществление последовательных действий от прогноза предстоящей деятельности, постановки цели и разработки способов ее достижения до анализа фактического результата выполнения управленческих решений [4, с. 12].

2. Менеджментом называют сам процесс управления, со всеми его функциями, методами и средствами. Процесс менеджмента предполагает выполнение определенных функций, таких как прогнозирование, планирование, создание организационных структур, командование, координация, стимулирование (мотивация) деятельности, контроль и анализ. Для реализации той

или иной функции применяют различные методы. Например, прогнозировать можно с помощью статистических и/или экспертных методов. При этом могут быть использованы соответствующие технические средства — компьютеры, программные продукты, Интернет, средства связи и др. Менеджмент объединяет различные составляющие управленческой деятельности в единое целое.

3. Менеджмент — это орган управления, например совокупность подразделений аппарата управления, объединяющего менеджеров. Другими словами, менеджментом называют организационную структуру, предназначенную для управления той или иной организацией, регионом, страной.

4. Под менеджментом понимают категорию людей, профессионально занимающихся управлением, работающих на должностях, входящих в аппарат управления.

5. Менеджмент — это научная дисциплина, посвященная проблемам, возникающим, когда люди управляют людьми. В России менеджмент обычно рассматривается как одна из экономических наук. Проводятся научно-исследовательские работы, выпускаются журналы и книги, защищаются диссертации по менеджменту.

6. Менеджмент как научная дисциплина опирается на практику управления. Соответственно, под менеджментом иногда понимают практику реального управления и ее осмысление.

7. Менеджмент — это не только наука, но и искусство управления. Управленческая наука дает скорее общие ориентиры, чем конкретные инструкции на каждый конкретный акт управления. Реальное управление, особенно оперативное — скорее искусство, чем наука. Менеджеру необходимы не только знания, но и интуитивное понимание людей, которыми он управляет.

8. Наконец, менеджмент — это учебная дисциплина, посвященная управлению. В России менеджменту учат всех студентов экономических специальностей. О нем рассказывают будущим инженерам, геологам, медикам, социологам и др. Все чаще с менеджментом знакомят и школьников.

Все рассмотренные понимания термина «менеджмент» (а их число можно значительно увеличить) отнюдь не противоречат друг другу. Наоборот, они тесно связаны между собой и раскрывают разные стороны обсуждаемого понятия.

**Менеджер — кто это?** В соответствии со словарем менеджеры — это начальники, которые управляют подчиненными, т.е. руководители. Среди них — бригадиры, заведующие секторами и другие линейные руководители. Другой тип начальников — руководители предприятий и организаций, органов государственной власти и муниципального самоуправления. Их

называют «топ-менеджерами» (от англ. *top-managers*) — высшими менеджерами. Между линейными менеджерами и топ-менеджерами обычно имеется среднее звено — начальники цехов, отделов, служб. Среднее звено командует линейными менеджерами и подчиняется топ-менеджерам.

Особая роль топ-менеджеров состоит в том, что именно они принимают окончательные решения и определяют цели предприятия или организации. Остальные менеджеры выполняют их решения.

Напомним, что согласно ст. 132 Гражданского кодекса Российской Федерации (далее — ГК РФ) «предприятием как объектом прав признается имущественный комплекс, используемый для осуществления предпринимательской деятельности» [5].

Менеджерами называют не только управляющих, но и управленцев, т.е. лиц, участвующих в управлении. К ним относятся, например, заместители и помощники управляющих. У таких работников может не быть подчиненных. Они работают с людьми, которые подчиняются их общим начальникам. Управленцы выполняют те или иные функции управления, которые им поручены.

В настоящее время менеджерами иногда называют и еще одну категорию работников, профессиональная деятельность которых состоит в постоянных контактах с людьми. Должности таких работников именуются, например, «офис-менеджер» или «менеджер торгового зала». Подчиненных у таких «менеджеров» нет.

**Каждый — сам себе менеджер.** Любой человек, за исключением младенцев и лежачих больных, вынужден управлять своими делами, планировать и распределять свое время. Основной ресурс каждого из нас — время. Можно им распорядиться с пользой, можно потратить без какого-либо результата. Рационально управлять своими делами — своей производственной деятельностью и своей жизнью в целом — основа успеха для любого из нас.

Другими словами, каждый человек в определенной степени является менеджером. Он управляет самим собой. Из этого следует, что знание основ менеджмента полезно каждому. Включенные в настоящий учебник сведения и методы можно с успехом применять для повышения эффективности своей личной деятельности.

Однако термин «менеджер» обычно противопоставляется термину «исполнитель». Другими словами, в обычном словоупотреблении «менеджер» — это руководитель, у которого есть хотя бы один непосредственный подчиненный или которому делегирована часть полномочий вышестоящего руководителя.

**Менеджеры и предприниматели.** Предпринимателями называют тех инициативных граждан, кто на свой страх и риск предпринимает какие-либо хозяйственные действия, например, с целью получения прибыли.

В соответствии со ст. 23 ГК РФ «гражданин вправе заниматься предпринимательской деятельностью без образования юридического лица с момента государственной регистрации в качестве индивидуального предпринимателя». Гражданин может создать юридическое лицо, например общество с ограниченной ответственностью (ст. 87 ГК РФ). Напомним, что «юридическим лицом признается организация, которая имеет в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении обособленное имущество и отвечает по своим обязательствам этим имуществом, может от своего имени приобретать и осуществлять имущественные и личные неимущественные права, нести обязанности, быть истцом и ответчиком в суде. Юридические лица должны иметь самостоятельный баланс или смету» (ст. 48 ГК РФ).

Таким образом, каждый гражданин может заниматься предпринимательской деятельностью, причем используя различные юридические формы. Предприниматель принимает на себя все последствия своей деятельности, как прибыли, так и убытки.

Предприниматель, который имеет наемных работников, очевидно, является топ-менеджером. Если же предприниматель работает в одиночку, называть его менеджером можно только условно.

Являются ли предпринимателями наемные менеджеры? Очевидно, нет, поскольку они не отвечают своим имуществом за результаты деятельности. Это не значит, что они не имеют права проявлять инициативу, осуществлять те или иные изменения. Просто оценка их деятельности идет в других формах, чем для предпринимателей.

Обратимся теперь к промежуточной ситуации, когда менеджер является одним из собственников предприятия. Сложность положения менеджера заключается в необходимости действовать солидарно со своими совладельцами. Нет свободы маневра по сравнению с классическим предпринимателем — единоличным владельцем. Такой менеджер должен раздваиваться, играя сразу две роли — собственника и наемного управляющего. Например, как собственник он заинтересован в увеличении дивидендов и уменьшении фонда оплаты труда и фонда развития производства. А как управляющий он заинтересован в прямо противоположном — в уменьшении дивидендов, увеличении фонда развития производства (как организатор производства) и увеличении своей зарплаты (как наемный работник).

Итак, с полным правом назвать предпринимателя менеджером, а менеджера — предпринимателем можно только тогда, когда речь идет об единичном владельце предприятия, который сам им управляет и имеет наемных работников. В современных условиях такая ситуация достаточно редка и встречается в основном в малом бизнесе. Мир XXI в. — это мир менеджеров и исполнителей, а не мир предпринимателей.

### **1.1.2. Развитие представлений о менеджменте**

Любая целенаправленная деятельность предполагает управление. Бесспорно, что каждое живое существо управляет собой, своими мышцами и органами. Поэтому можно сказать, что менеджмент и жизнь нераздельны.

Живые существа, живущие совместно, создают более или менее сложные организационные системы, с помощью которых осуществляется управление. Это выяснили биологи, изучавшие поведение животных — обезьян, львов, кошек, птиц [6].

В сообществах людей всегда присутствовало управление. Главы семейств, вожди родов и племен, советы старейшин играли и играют большую роль во всех видах первобытных человеческих обществ. При появлении государств проблемы управления вышли на первый план. Отметим, что сразу же с момента появления письменности появились (и дошли до нас) записи менеджеров о проблемах управления — деловые документы, рассуждения и учебная литература. Так, древнегреческий философ Платон (в традиционной хронологии — родился в 428 или 427 г. и умер в 348 или 347 г. до н.э.) во многих своих сочинениях обсуждал вопросы менеджмента. Например, в обширной книге [7] он сконструировал идеальную систему управления государством. Его идеи активно обсуждаются и в настоящее время.

Большую известность и практическое использование получила книга «Государь» итальянского политического мыслителя, историка и писателя Никколо Макиавелли (1469–1527). Он видел главную причину бедствий Италии в ее политической раздробленности, которую способна преодолеть лишь сильная государственная власть и ради упрочения государства считал допустимыми любые средства.

На Руси в XVI в. был создан «Домострой» — замечательный учебник по управлению хозяйством и домом.

Большой вклад в менеджмент внесли полководцы, генералы и офицеры. Методы управления войсками проверялись самым жестким образом — в сра-

жении с противником. «Наука побеждать» генералиссимуса Александра Васильевича Суворова (1730–1800) должна быть настольной книгой у менеджера, желающего выйти победителем в схватке с конкурентами.

Разработка методов управления производством стала актуальной с того момента, как появилось разделение труда в ходе единого технологического процесса. Очевидно, такое разделение труда необходимо при выполнении крупных проектов, например строительстве дворцов, кораблей, крепостей, пирамид. Революционной оказалась идея стандартизации. Создание кирпича — стандартного элемента строительных конструкций — позволило резко поднять производительность в ходе строительных работ. Разделение труда — основа мануфактур. Они составляли основу производства в XVI–XVIII вв. В силу узкой специализации работников и орудий труда мануфактуры способствовали углублению общественного разделения труда и подготовили переход к машинному производству.

**Научная школа менеджмента.** Начало современного периода развития менеджмента приходится на конец XIX — начало XX вв. К менеджменту, прежде всего к управлению производством, стали относиться как к предмету научного изучения. Стали тщательно анализироваться бизнес-процессы, прежде всего технологические процессы, в том числе движения работников во время труда. Цель такого анализа — повышение производительности путем рационализации трудового процесса.

В начале XX в. бурный рост промышленности привел к значительной активизации работ по организации производства. Начальной точкой является создание в Московском императорском техническом училище (ныне — Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана) «русского метода обучения ремеслам». Он был основан на тщательном анализе процессов выполнения тех или иных операций и конструировании наиболее рациональных рабочих процедур. «Русский метод обучения ремеслам» получил международное признание, завоевав высшие награды на выставках в Вене (1873), Филадельфии (1876), Париже (1878). По «русской системе» были созданы школы ручного труда в Вашингтоне, Чикаго, Толедо, Балтиморе и Филадельфии. Система получила распространение в Германии, Австрии, Франции, Швеции [8]. Дальнейшее развитие привело к созданию целого направления — научной организации труда (НОТ). Существенный вклад в это направление внесли американец Ф.У. Тейлор (1856–1915), русский А.К. Гастев (1882–1941) и многие другие ученые и практики в области производственного менеджмента.

Большой вклад в менеджмент внес американский инженер и промышленник Генри Форд (1863–1947). Он построил систему организации производства, основанную на сверхспециализации рабочих, максимальном дроблении операций технологического процесса и расположении технологического оборудования и рабочих мест в строгом соответствии с последовательностью выполняемых операций. Им введена невиданная ранее форма организации производственного процесса — поточная линия. Используемая им впервые в 1913 г. в виде ленточного конвейера такая линия оказалась чрезвычайно эффективной для условий массового производства. Она позволила резко сократить цикл изготовления автомобилей, снизить затраты на их производство [9].

**Административная школа менеджмента** примыкает к научной школе. Она ориентирована на управление организациями, регионами, странами.

Принципиально важный вклад в менеджмент внес французский ученый и практик Анри Файоль (1841–1925). В 1888 г. он возглавил одну из крупных компаний Франции, находившуюся на грани банкротства, и превратил ее в эффективно действующее прибыльное предприятие. Этот успех был достигнут благодаря разработанным А. Файолем принципам управления, которые позже, в 1916 г., он изложил в книге «Общее и промышленное управление» [10]. Основные функции менеджмента по А. Файолю рассматриваются в следующей главе.

Среди государственных деятелей первой половины XX в. было немало выдающихся правителей (согласно словарю — менеджеров). Среди них наиболее замечательных результатов добился Иосиф Виссарионович Сталин (1879–1953). Многолетний руководитель Великобритании Уинстон Черчилль (1874–1965) кратко, но емко описал результаты его деятельности: «Он принял Россию с сохой, а оставил оснащенной атомным оружием» [11].

Президент США Франклин Делано Рузвельт (1882–1945) четыре раза избирался на этот пост. Он вывел свою страну из наиболее сильного за всю историю экономического кризиса 20-х–30-х гг. XX в. — из Великой депрессии. Это триумф государственного управления рыночной экономикой.

В менеджменте 30–50-х гг. XX в. видную роль играла **школа человеческих отношений**. Наиболее ярким представителем этого направления являлся Элтон Мейо (1880–1949), австралиец по происхождению. Наибольшую известность ему принесло пятилетнее исследование Хоторнских предприятий Western Electric Company в Чикаго. Оно привело к более полному осознанию и пониманию «человеческого фактора» в производстве, в частности роли «неформальной группы» как отдушины для стремлений работников. Была

установлена важность адекватной системы коммуникаций, прежде всего каналов передачи информации от работников к управляющим. Процитируем Мейо: «Менеджер добивается успехов или терпит поражение в той пропорции, в которой он безоговорочно принимается группой как власть и лидер».

**Кибернетика — основа управления.** Большое влияние на развитие исследований в области управления в целом и менеджмента в частности оказало появления в 1948 г. книги американского математика Норберта Винера (1894–1964) «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине» [12]. Через два года вышла его книга «Кибернетика и общество» [13]. Началось мощное научное движение, ключевые слова которого — кибернетика, исследование операций, системный анализ, математическое моделирование, оптимальное управление, принятие решений, экспертные оценки и др. Оно до сих пор определяет лицо современной науки об управлении. В нашей стране огромную роль в разворачивании исследований по кибернетике сыграл академик АН СССР адмирал-инженер Аксель Иванович Берг (1893–1979). С 1950-х гг. до последних дней жизни он возглавлял Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика».

Один из вождей отечественного кибернетического движения академик РАН Никита Николаевич Моисеев (1917–2001) в своей книге [14] приводит ряд фактов, позволяющих проследить историю кибернетических идей. В частности, он обращает внимание на книгу профессора Бронислава Трентовского «Отношение философии к кибернетике как искусству управления народами», вышедшую в Познани в 1843 г. (за 105 лет до книги Н. Винера) на польском языке. Для образованных людей XIX в. слово «кибернетика» было вполне понятно. Оно означало систему взглядов, знаний, навыков, которой должен был обладать управляющий для того, чтобы эффективно управлять людьми и ресурсами, находящимися в его распоряжении. Большой вклад в кибернетику в целом и в теорию систем в частности внесли отечественные ученые — член Петербургской академии наук Евграф Степанович Федоров (1853–1919) и особенно Александр Александрович Богданов (1873–1928), деятель русского революционного движения, врач, философ, экономист (настоящая фамилия — Малиновский). С 1926 г. — организатор и директор Института переливания крови. Погиб, производя на себе опыт. Основное сочинение А.А. Богданова — трехтомная «Всеобщая организационная наука (тектология)». Первый том напечатан в 1913 г. Полностью книга выходит в 1925–1929 гг.



Основоположник науки об организации производства (производственного менеджмента, экономической кибернетики) — Николай Францевич Черновский (1868–1938), профессор Императорского Московского технического училища (ныне — МГТУ им. Н.Э. Баумана).

Многие идеи кибернетики были известны задолго до Н. Винера (хотя сам он об этом, скорее всего, и не догадывался). Почему же именно книга Н. Винера послужила толчком к развитию работ по теории управления, а не работы Трентовского, Федорова, Богданова и др.? Одно из возможных объяснений — «Кибернетика» Винера появилась вовремя, после Второй мировой войны, когда стали выделять большие ресурсы на развитие науки (это было реакцией правительств на продемонстрированную в Хиросиме и Нагасаки роль науки в практике).

В конце 50-х гг. XX в. школа человеческих отношений перешла в школу «поведенческих» наук, или *бихевиористскую школу* (от англ. *behaviour* — поведение). Наиболее яркими ее представителями были американские социальные психологи Ренсис Лайкерт (1903–1981), Дуглас МакГрегор (1906–1964) и Абрахам Маслоу (1908–1970). Они считали, что эффективность управления в фирме следует повышать воздействием на каждого человека в отдельности с помощью различных видов стимулирования. Работы представителей этой школы явились основой для относительно самостоятельной области менеджмента — управления персоналом [15]. Наиболее известна «пирамида потребностей Маслоу», согласно которой потребности человека удовлетворяются *в следующем порядке*:

- 1) физиологические потребности;
- 2) потребности в безопасности;
- 3) социальные потребности (любовь, дружба, принадлежность к группе);
- 4) потребности в уважении (признании и самоутверждении);
- 5) потребности в самореализации (самовыражении).

Из научных результатов бихевиористской школы вытекает, что люди трудятся не только из-за денег, а потому материальное стимулирование не является панацеей, отнюдь не всегда позволяет поднять эффективность работы. Согласно исследованиям Фредерика Герцберга (университет штата Юта, США) размер вознаграждения относится к так называемым «гигиеническим» факторам. В обычных условиях наличие гигиенических факторов воспринимается как естественное и не оказывает мотивационного воздействия. Однако отсутствие гигиенических факторов ведет к неудовлетворенности

трудом. Другими словами, величина оплаты труда может побудить уйти с работы, но не может стимулировать повышение производительности, особенно если вознаграждение фиксировано (повременная оплата).

**Менеджмент на современном этапе.** Теория и практика управления продолжают развиваться. Укажем две «точки роста».

Интенсивно ведутся работы по теории активных систем, согласно которой участники системы не просто реагируют на управляющие воздействия, но сами проявляют активность [16]. Модель активной системы определяется заданием, в частности, множеств допустимых действий участников этой системы — управляющих органов и управляемых субъектов, их целевых функций и той информации, которой они обладают на момент принятия решений. При классификации задач управления в организационных системах, естественно, исходят из того, какая компонента управляемой системы целенаправленно меняется. Выделяют институциональное управление (изменение множеств допустимых действий), мотивационное управление (изменение целевых функций), информационное управление (изменение объемов информации, которую участники системы используют при принятии решений).

В нашей стране бурно развиваются теория и практика контроллинга. Так называют современную концепцию системного управления организацией, в основе которой лежит стремление обеспечить ее долгосрочное эффективное существование [17–19]. **Методы контроллинга** — это методы информационно-аналитической поддержки принятия решений на предприятии (в организации). Активно работают Объединение Контроллеров и его журналы «Контроллинг» и «Инновации в менеджменте», проводится подготовка специалистов (бакалавров, магистров) по контроллингу.

Широко ведутся фундаментальные научные исследования по различным направлениям теории управления и менеджменту ([20] и др.). Их центрами являются Институт проблем управления РАН и Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. Интересные работы проводятся в различных организациях (см., например, [21]).

### **1.1.3. Структура современного менеджмента**

**Функции, направления и инструменты менеджмента.** Современный менеджмент имеет сложную структуру. Общее представление о менеджменте можно получить, ознакомившись с его функциями, основами теории управ-

ления, проблемами стратегического менеджмента (в сравнении с оперативным), классификацией организационных структур и механизмов направления. В менеджменте можно выделить **конкретные направления** — маркетинг, инновационный менеджмент, инвестиционный менеджмент, социально-экологический менеджмент, управление рисками, управление качеством и др. При решении задач менеджмента приходится использовать разнообразные **инструменты менеджмента** — методы принятия управленческих решений, оптимизации, эконометрического анализа данных, сбора и обработки экспертных оценок, моделирования. Изложение в учебнике следует описанной структуре научно-практической и учебной дисциплины.

**Директор и его заместители.** В работе менеджера наряду с управлением людьми обычно присутствует составляющая, связанная с конкретным видом деятельности. В качестве примера рассмотрим менеджмент промышленного предприятия или иной организации. У директора обычно есть четыре заместителя — по производству, финансам, маркетингу и персоналу. В последние годы на многих предприятиях появились заместители директора по качеству, экологическому менеджменту, рискам.

Задачи, стоящие перед заместителем по производству (техническим директором или главным инженером), зависят от специфики конкретного производства. Один менеджмент на машиностроительном заводе [9], другой — в банке [22], третий — в НКО — некоммерческой организации [23]. Работе заместителя по производству соответствуют **специальные дисциплины** — производственный менеджмент, банковский менеджмент, управление некоммерческой организацией и др.

А вот заместитель по финансам (финансовый директор, главный бухгалтер) решает почти одни и те же задачи в организациях различных областей деятельности [4]. Часть подвластной ему деятельности относится к текущему бухгалтерскому и налоговому учету, составлению смет и балансов, расчету себестоимости изделий и заработной платы сотрудников, короче, к бухгалтерской деятельности. Работа бухгалтера — важная профессиональная деятельность. Ни одна организация не может работать без бухгалтерской службы.

Другая часть работы финансового директора связана с управлением финансовыми потоками (но не людьми). Речь идет о работе с банками (получение и возврат кредитов), с инвесторами (подготовка и обсуждение инвестиционных проектов). Например, познакомимся с инвестиционным проектом известного литературного героя О. Бендера [24, с. 276–280].

**Бизнес-идея Остана Бендера** была выдвинута на собрании любителей шахмат в приволжском городе Васюки (8 000 жителей):

— В Васюках надо устроить международный шахматный турнир... Подумайте над тем, как красиво будет звучать: «Международный васюкинский турнир 1927 года»... Васюкинцы денег платить не будут. Они будут их получать! Ведь на турнир с участием величайших гроссмейстеров съедутся любители шахмат всего мира. Сотни тысяч людей, богато обеспеченных людей, будут стремиться в Васюки. Во-первых, речной транспорт такого количества пассажиров поднять не сможет. Следовательно, будет построена железнодорожная магистраль Москва — Васюки. Это — раз. Два — это гостиницы и небоскребы для размещения гостей. Три — поднятие сельского хозяйства в радиусе на тысячи километров: гостей нужно снабжать — овощи, фрукты, икра, шоколадные конфеты. Дворец, в котором будет происходить турнир, — четыре. Пять — постройка гаражей для гостевого автотранспорта. Для передачи всему миру сенсационных результатов турнира придется построить сверхмощную радиостанцию. Это — в-шестых. Теперь относительно железнодорожной магистрали Москва — Васюки. Несомненно, она не будет обладать такой пропускной способностью, чтобы перевезти в Васюки всех желающих. Отсюда вытекает аэропорт «Большие Васюки»...

Мой проект гарантирует вашему городу неслыханный расцвет производительных сил. Подумайте, что будет, когда турнир окончится и когда уедут все гости. Жители Москвы, стесненные жилищным кризисом, бросятся в ваш великолепный город. Столица автоматически переходит в Васюки. Сюда переезжает правительство. Васюки переименовываются в Нью-Москву, Москва — в Старые Васюки... Нью-Москва становится элегантнейшим центром Европы, а скоро и всего мира...

А впоследствии и вселенной. Шахматная мысль, превратившая уездный город в столицу земного шара, превратится в прикладную науку и изобретет способы международного сообщения. Из Васюков полетят сигналы на Марс, Юпитер и Нептун. Сообщение с Венерой делается таким же легким, как переезд из Рыбинска в Ярославль. А там, как знать, может быть, лет через восемь в Васюках состоится первый в истории мироздания межпланетный шахматный конгресс!

Конечно, это пародия на реальные инвестиционные проекты. В последнем абзаце описываются невозможные события. А перед этим развивается довольно правдоподобный (на первый взгляд!) сюжет. Как известно, в последнее десятилетие XX в. была сделана попытка осуществить подобный проект в одном из субъектов Российской Федерации.

Речь О. Бендера имела вполне конкретную цель — получить деньги, как он выразился, на первоначальные расходы. Как известно, васюкинцы вместо затребованных ста рублей выдали ему только двадцать. На что О. Бендер заявил:

— На первичные телеграммы хватит. А потом начнутся пожертвования, и денег будет некуда девать.

Пожертвований васюкинцы ждут до сих пор. А О. Бендер добился того, чего хотел — получил в свое распоряжение финансовые средства. И потратил их, конечно, не на телеграммы гроссмейстерам, а на нужды своей организации из двух человек.

Тем, к кому поступают на рассмотрение инвестиционные проекты, кто изучает бизнес-планы с целью принятия решений о возможности финансирования, целесообразно почаще вспоминать инвестиционный проект О. Бендера. Инновационный и инвестиционный менеджмент относится к проблематике настоящего учебника, посвященного общей теории менеджмента.

Работа финансового директора связана больше с документами, чем с людьми. Поэтому его следовало бы считать скорее специалистом в конкретной области (финансистом), чем менеджером. Однако необходимость финансового обеспечения работы всех подразделений организации обычно делает его вторым по влиянию на принимаемые решения лицом после директора. Поэтому финансовый директор, несомненно, входит в менеджмент организации.

Вернемся к директору организации и его заместителям. Маркетинг, т.е. изучение и завоевание рынка, конечно, связан со спецификой производимых товаров или услуг. Однако многие подходы и методы маркетинговых исследований потребителей, рекламы, продвижения товаров на рынок — одни и те же для различных товаров и услуг. Поэтому проблемы маркетинга подробно рассматриваются в общей теории менеджмента. Иногда даже используют не вполне корректное словосочетание «менеджмент и маркетинг». Некорректность связана с тем, что создается впечатление, что менеджмент и маркетинг — две независимые дисциплины. На самом же деле, как уже знает читатель, маркетинг — часть менеджмента.

Управление персоналом — важнейшая часть менеджмента. Как говорил И.В. Сталин (а до него — Наполеон Бонапарт, император Франции): «Кадры решают все». Во времена СССР кадровым менеджментом занимались партийные организации. После развала СССР и введения запрета на партийную деятельность на предприятиях управление персоналом в нашей стране

было развалено. На многие ключевые должности пролезли некомпетентные и даже криминальные элементы. В настоящее время кадровый менеджмент постепенно восстанавливается, опираясь на теорию управления персоналом [15].

Однако основное содержание дисциплины «Управление персоналом» (как это видно, например, по учебному пособию [15]) — не экономическое, а социально-психологическое и юридическое (например, регламентация управления в соответствии с Трудовым кодексом РФ). Поэтому вполне естественно считать управление персоналом, как и бухгалтерский учет, специальными дисциплинами, не входящими в общую теорию менеджмента, хотя и такими, знакомство с которыми совершенно необходимо практически работающему менеджеру.

У директора организации, конечно, могут быть и другие заместители, например по административно-хозяйственной части. Такой заместитель отвечает за инженерное обеспечение зданий, охрану, гараж, столовую и т.п.

**Различные виды менеджмента.** До сих пор шла речь в основном о менеджменте организации. Не менее важен муниципальный, государственный, международный менеджмент [4]. Речь идет о деятельности органов местного самоуправления, органов государственной власти, международных органов управления.

Отличия совершенно очевидны. В отдельной организации вполне естественным является принятие решений руководством этой организации, в то время как остальные работники могут либо согласиться с принятыми решениями, либо уйти из организации, либо попытаться бороться (объявить забастовку, обратиться в суд). Руководство организации назначают собственники, а не работники. Менеджмент может уволить работника, а работник не может уволить менеджера. Можно сказать, что руководство первично, а набираемый им персонал вторичен.

Совсем иная ситуация в органах местного самоуправления и государственной власти. Руководителей таких органов, как правило, избирает население. Население первично, а менеджмент вторичен. Руководители органов власти не могут уволить население. А вот население в состоянии их уволить, не переизбрав на следующий срок. Да и общий срок пребывания на выборной должности ограничен.

Международный менеджмент обладает еще более сложной природой. Органы управления формируются из представителей отдельных стран, и их успешная деятельность может осуществляться лишь при постоянной работе по согласованию интересов этих стран.

Однако эти очевидные отличия сравнительно мало влияют на текущую работу в достаточно стабильных условиях. Общая теория менеджмента необходима для успешной деятельности органов местного самоуправления, государственной власти, международных органов управления.

Бурное развитие цифровой экономики и технологий искусственного интеллекта оказывает большое влияние на менеджмент организации [25, 26].

### **Список использованной литературы**

1. *Уалдемер Ш.* Русско-английский и англо-русский словарь. — Москва : Наука — Уайли, 1993. — 768 с.
2. *Орлов А.И., Федосеев В.Н.* Менеджмент в техносфере : учебное пособие для студентов высших учебных заведений. — Москва : Академия, 2003. — 384 с.
3. *Зигерт В., Ланг Л.* Руководить без конфликтов / перевод с немецкого. — Москва : Экономика, 1990. — 456 с.
4. Менеджмент / под редакцией Ж.В. Прокофьевой. — Москва : Знание, 2000. — 288 с.
5. Гражданский кодекс Российской Федерации. Части первая, вторая, третья и четвертая. — Москва : ЭКСМО, 2022. — 640 с.
6. *Лоренц К.* Обратная сторона зеркала. — Москва : Знание, 1998. — 532 с.
7. *Платон.* Государство. Т. 3. — Москва : Мысль, 1993. — С. 79–420.
8. *Фалько С.Г.* Научная школа организации производства в МГТУ им. Н.Э. Баумана: история, современность, перспективы // Семьдесят лет кафедры «Экономика и организация производства» : сборник статей. — Москва : МГТУ, 1999. — С. 5–16.
9. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент) : учебник / К.А. Грачева, М.К. Захарова, Л.А. Одинова и др. ; под редакцией Ю.В. Скворцова, Л.А. Некрасова. — Москва : Высшая школа, 2003. — 470 с.
10. *Файоль А., Эмерсон Г., Тейлор Ф. и др.* Управление — это наука и искусство. — Москва : Республика, 1992. — 642 с.
11. *Черчилль У.* Вторая мировая война. Т. 3. — Москва : Воениздат, 1991. — 484 с.
12. *Винер Н.* Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. — 2-е изд. — Москва : Советское радио, 1968. — 326 с.

13. *Винер Н.* Кибернетика и общество. — Москва : Изд-во иностранной литературы, 1958. — 200 с.
14. *Моисеев Н.Н.* Люди и кибернетика. — Москва : Молодая гвардия, 1984. — 224 с.
15. *Федосеев В.Н., Капустин С.Н.* Управление персоналом организации : учебное пособие. — Москва : Экзамен, 2003. — 368 с.
16. *Бурков В.Н., Новиков Д.А.* Теория активных систем: состояние и перспективы. — Москва : Синтег, 1999. — 128 с.
17. *Карминский А.М., Оленев Н.И., Примак А.Г. и др.* Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях. — Москва : Финансы и статистика, 1998. — 256 с.
18. *Карминский А.М., Фалько С.Г., Жевага А.А. и др.* Контроллинг : учебник. — 3-е изд., дораб. — Москва : Инфра-М, 2013. — 336 с.
19. *Хан Д.* Планирование и контроль: концепция контроллинга / перевод с немецкого. — Москва : Финансы и статистика, 1997. — 800 с.
20. *Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И.* Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента : монография / под общей редакцией С. Г. Фалько. — Краснодар : КубГАУ, 2016. — 600 с.
21. *Лябах Н.Н., Лябах А.Н.* Нетрадиционные страницы менеджмента. — Ростов-на-Дону : БАРО-ПРЕСС, 2002. — 208 с.
22. *Роуз П.* Банковский менеджмент / перевод с английского. — Москва : Дело, 1995. — 768 с.
23. *Общее управление НКО: курс лекций. Школа управления НКО. Кн. 1 / под редакцией Центра поддержки НКО.* — Москва : МСоЭС, 2002. — 340 с.
24. *Ильф И., Петров Е.* Двенадцать стульев. Золотой теленок. — Кишинев : Карта Молдовеняскэ, 1972. — 672 с.
25. *Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И.* Современная цифровая экономика. — Краснодар : КубГАУ, 2018. — 508 с.
26. *Колобов А.А., Омельченко И.Н., Орлов А.И.* Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость. — Москва : Экзамен, 2008. — 621 с.



### **Контрольные вопросы**

1. Какие значения имеет термин «менеджмент»?
2. Чем топ-менеджеры отличаются от линейных менеджеров?
3. Чем отличаются менеджеры от предпринимателей?
4. Каков вклад Генри Форда в менеджмент?
5. Чем занимается теория активных систем?
6. Какие заместители обычно есть у директора промышленной организации?
7. В чем состоит бизнес-идея Остапа Бендера?
8. Чем муниципальный менеджмент отличается от менеджмента организации?

### **Темы докладов и рефератов**

1. Личный менеджмент — управление собой.
2. Управляющие и управленцы.
3. Идеальная система Платона управления государством.
4. Вклад научной школы менеджмента в организацию производства.
5. Кибернетика и менеджмент.
6. Выдающиеся деятели административного менеджмента.
7. Пирамида потребностей Маслоу.
8. Материальное стимулирование и эффективность работы.
9. Инструменты менеджмента.

## **1.2. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ МЕНЕДЖМЕНТА**

Чем занимается менеджер? В чем состоит его работа? Каковы его функции? Ответам на эти вопросы посвящена настоящая глава.

### **1.2.1. Основные функции управления по Анри Файолю**

В кабинетах многих менеджеров висят плакаты со словами Анри Файоля: «Управлять — значит прогнозировать и планировать, организовывать, руководить командой, координировать и контролировать». В этих словах одного из основоположников научного менеджмента сформулированы основные функции управления, которым посвящена настоящая глава.

Француз Анри Файоль (1841–1925) более 30 лет управлял горно-металлургическим синдикатом. В 1916 г. в Бюллетене общества горной промышленности был опубликован его основной труд «Основные черты промышленной администрации — предвидение, организация, распорядительство, координирование, контроль», который затем неоднократно переиздавался на различных языках. Вместе с Фредериком Тейлором, Генри Фордом и рядом других специалистов Анри Файоль работал над созданием научной теории управления. Таким образом, научный менеджмент появился сравнительно недавно — в начале XX в. Бурное развитие этой научной дисциплины продолжается. Так, лишь в последние годы выявилась важная роль контроллинга — современной концепции системного управления организацией, в основе которой лежит стремление обеспечить ее долгосрочное эффективное существование.

Выделенные А. Файолем пять функций менеджмента дают основу для анализа работы современного управляющего. Рассмотрим их подробнее.

### 1.2.2. Прогнозирование

**Прогнозирование и планирование.** Прогнозирование — это взгляд в будущее, оценка возможных путей развития, последствий тех или иных решений. Планирование же — это разработка последовательности действий, позволяющей достигнуть желаемого. В работе менеджера они тесно связаны.

Разберем простой пример, показывающий взаимосвязь прогнозирования и планирования. Представьте себе, что вы находитесь в степи, а ваша максимальная скорость ходьбы — 6 км/ч. Тогда можно предсказать, что через час вы будете находиться в какой-то точке круга радиуса 6 км с центром в начальной точке. Результаты прогнозирования вы можете использовать для планирования. Если место, куда вы направляетесь, отстоит от начальной точки не более чем на 6 км, то вы доберетесь туда пешком не более чем за час. Если же это расстояние — 18 км, то прогноз показывает невозможность решения поставленной задачи. Что же делать? Либо отказаться от своего намерения, либо увеличить выделенное время (до 3 ч), либо воспользоваться более быстрым транспортным средством, чем ноги (автомобилем, вертолетом).

**Почему прогнозировать сложно?** Иногда прогноз основан на хорошо изученных закономерностях и осуществляется наверняка. Никто не сомневается, что вслед за ночью наступит день. Методы прогнозирования движения

космических аппаратов разработаны настолько, что возможна автоматическая стыковка кораблей. Однако встающие перед менеджером проблемы прогнозирования обычно не позволяют дать однозначный обоснованный прогноз. Почему же остается неопределенность?

Не претендуя на полную классификацию различных видов неопределенностей, укажем некоторые из них. Часть связана с недостаточностью знаний о природных явлениях и процессах, например:

- неопределенности, связанные с недостаточными знаниями о природе (например, нам неизвестен точный объем полезных ископаемых в конкретном месторождении, а потому мы не можем точно предсказать развитие добывающей промышленности и объем налоговых поступлений от ее предприятий);

- неопределенности природных явлений, таких как погода, влияющая на урожайность, на затраты на отопление, на туризм, на загрузку транспортных путей и др.;

- неопределенности, связанные с осуществлением действующих (неожиданные аварии) и проектируемых (возможные ошибки разработчиков или физическая невозможность осуществления процесса, которую заранее не удалось предсказать) технологических процессов.

Многие возможные неопределенности связаны с ближайшим окружением фирмы, менеджер которой занимается прогнозированием:

- неопределенности, связанные с деятельностью участников экономической жизни (прежде всего партнеров и конкурентов нашей фирмы), в частности с их деловой активностью, финансовым положением, соблюдением обязательств;

- неопределенности, связанные с социальными и административными факторами в конкретных регионах, в которых наша фирма имеет деловые интересы.

Большое значение имеют и неопределенности на уровне страны, в частности:

- неопределенность будущей рыночной ситуации в стране, в том числе отсутствие достоверной информации о будущих действиях поставщиков в связи с меняющимися предпочтениями потребителей;

- неопределенности, связанные с колебаниями цен (динамикой инфляции), нормы процента, валютных курсов и других макроэкономических показателей;

– неопределенности, порожденные нестабильностью законодательства и текущей экономической политики (т.е. деятельностью руководства страны, министерств и ведомств), связанные с политической ситуацией, действиями партий, профсоюзов, экологических и других организаций в масштабе страны.

Часто приходится учитывать и внешнеэкономические неопределенности, связанные с ситуацией в зарубежных странах и международных организациях, с которыми вы поддерживаете деловые отношения.

Таким образом, менеджеру приходится прогнозировать будущее, принимать решения и действовать, буквально купаясь в океане неопределенностей. Полезно ввести их классификацию на СТЭЭП-факторы (по первым буквам от слов — социальные, технологические, экономические, экологические, политические) и факторы конкурентного окружения. СТЭЭП-факторы действуют независимо от менеджера, а вот конкуренты отнюдь к нам не безразличны. Возможно, они будут бороться с нами, стремиться к вытеснению нашей фирмы с рынка. Но возможны и переговоры, ведущие к обоюдовыгодной договоренности.

Каждые из перечисленных видов неопределенности могут быть структурированы далее. Так, имеются крупные разработки по анализу неопределенностей при технологических авариях, в частности на химических производствах и на атомных электростанциях. Ясно, что аварии типа Чернобыльской существенно влияют на значения СТЭЭП-факторов и тем самым на поступления и выплаты из бюджета как на местном, так и на федеральном уровне.

Принятию управленческих решений в условиях неопределенности посвящена глава 2.4 настоящего учебника

**Различные виды прогнозов.** Прогнозы всегда опираются на некоторые предположения. Наиболее обычным является предположение стабильности: «если существующие тенденции и связи сохранятся», «если не произойдет ничего необычного»... Однако иногда надо спрогнозировать развитие интересующего нас процесса как раз в необычных условиях. Например, что произойдет с экономикой России в целом и с Вашей фирмой в частности, если будут отменены все таможенные сборы и пошлины на экспорт и импорт, т.е. Россия перейдет к политике «свободной торговли», пропагандируемой во многих американских учебниках по экономике?

Если необходимо рассмотреть ситуацию, в которой события могут развиваться по нескольким принципиально различным вариантам, то применяют метод сценариев. Это метод декомпозиции (т.е. упрощения) задачи прогнози-

рования, предусматривающий выделение набора отдельных вариантов развития событий (сценариев), в совокупности охватывающих все возможные варианты развития. При этом каждый отдельный сценарий должен допускать возможность достаточно точного прогнозирования, а общее число сценариев — быть обозримым.

В конкретной ситуации сама возможность подобной декомпозиции не всегда очевидна. При применении метода сценариев необходимо осуществить **два этапа исследования**:

- 1) построение исчерпывающего, но обозримого набора сценариев;
- 2) прогнозирование в рамках каждого конкретного сценария с целью получения ответов на интересующие менеджера вопросы.

Каждый из этих этапов лишь частично формализуем. Существенная часть рассуждений проводится на качественном уровне, как это принято в общественно-экономических и гуманитарных науках. Одна из причин заключается в том, что стремление к излишней формализации и математизации приводит к искусственному внесению определенности там, где ее нет по существу, либо к использованию громоздкого математического аппарата. Так, рассуждения на словесном уровне считаются доказательными в большинстве ситуаций, в то время как попытка уточнить смысл используемых слов с помощью, например, теории нечетких множеств (одно из перспективных направлений современной прикладной математики) приводит к весьма громоздким математическим моделям.

Например, просыпаясь утром, ленивый и недобросовестный менеджер может рассмотреть несколько сценариев своего поведения (шутка!):

- пойти на работу;
- остаться дома без всяких объяснений;
- остаться дома, сославшись на болезнь;
- позвонить вышестоящему менеджеру и сообщить о том, что надо отправляться на переговоры, а самому остаться дома, и т.д.

Спрогнозировать развитие событий в каждом из этих сценариев предоставляем читателю.

Некоторые прогнозы имеют свойство самоосуществляться. Само их высказывание способствует их осуществлению. Например, высказанный по телевидению прогноз банкротства конкретного банка приводит к тому, что многие вкладчики сразу заявляют о желании забрать свои вклады из этого банка. Но ни один банк не может вернуть вклады одновременно всем вкладчикам или даже достаточно большой их доле (например, четверем из десяти).

Действительно, часть средств выдана в качестве кредитов, часть вложена в ценные бумаги той или иной степени ликвидности, часть истрачена на содержание банка (здание, компьютеры, зарплата сотрудников, и т.п.). В результате банк не может выполнить обязательства перед вкладчиками, что дает основания начать процедуру банкротства.

**Один из вариантов применения методов прогнозирования** — выявление необходимости изменений путем «приведения к абсурду». Например, если население Земли каждые 50 лет будет увеличиваться вдвое, то нетрудно подсчитать, когда на каждый квадратный метр поверхности Земли будет приходиться по 10 000 человек. Из такого прогноза следует, что закономерности роста численности населения должны измениться.

Учет нежелательных тенденций, выявленных при прогнозировании, позволяет принять необходимые меры для их предупреждения, а тем самым помешать осуществлению прогноза. **Прогнозирование** — частный вид моделирования как основы познания и управления.

**Методы прогнозирования.** Математические методы восстановления зависимостей в детерминированном случае исходят из заданного временного ряда, т.е. функции, определенной в конечном числе точек на оси времени (подробно о таких методах рассказано в гл. 3.3).

Применяют и более общие методы и модели. Временной ряд при этом часто рассматривается в рамках вероятностной модели, вводятся иные факторы (независимые переменные), помимо времени, например объем денежной массы (агрегат  $M_2$ ). Временной ряд может быть многомерным, т.е. число откликов (зависимых переменных) может быть больше одного. Задачам анализа и прогноза временных рядов посвящено много литературы.

**Основные решаемые задачи** — интерполяция и экстраполяция (т.е. собственно прогноз). Метод наименьших квадратов в простейшем случае (линейная функция от одного фактора) был разработан немецким математиком К. Гауссом в 1794–1795 гг. Могут оказаться полезными предварительные преобразования переменных. Для игроков на финансовых рынках такой подход именуется «техническим анализом».

Опыт прогнозирования индекса инфляции и стоимости потребительской корзины накоплен в Институте высоких статистических технологий и эконометрики Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. При этом оказалось полезным преобразование (логарифмирование) переменной — текущего индекса инфляции. Характерно, что при стабильности условий точность прогнозирования индекса инфляции оказывалась

достаточно удовлетворительной — 10–15 %. При нарушении стабильности метод наименьших квадратов не позволяет получить прогноз удовлетворительной точности. Так, спрогнозированное нами на осень 1996 г. значительное повышение уровня цен не состоялось. Дело в том, что руководство страны летом 1996 г. перешло к новой политике сдерживания роста потребительских цен. Эта политика была проста — массовая невыплата зарплаты и пенсий. Условия изменились, и статистический прогноз оказался непригодным. Другой пример: административная власть руководства Москвы проявилась в том, что в ноябре 1995 г. (перед парламентскими выборами) цены в Москве упали в среднем на 9,5 %, хотя обычно для ноября характерен более быстрый рост цен, чем в другие месяцы года, кроме декабря и января (прогнозировался рост на 10 %).

Для применения статистических методов прогнозирования нужны длинные временные ряды. Поэтому в быстро меняющейся обстановке при прогнозировании развития вновь возникших ситуаций их применять не удастся. Конкретный пример только что приведен: переход правительства к новой политике сдерживания цен изменил ситуацию и обесценил сделанные ранее прогнозы. Альтернативой статистическим методам служат экспертные методы прогнозирования, опирающиеся на опыт и интуицию специалистов. О методе экспертных оценок подробно рассказано в гл. 3.4.

Для прогнозирования могут использоваться различные эконометрические и экономико-математические модели, а также создаваться специальные компьютерные системы, позволяющие совместно применять все перечисленные методы. Целью является учет всех возможных факторов, с помощью которых есть надежда улучшить прогноз. Для игроков на финансовых рынках такой подход именуется «фундаментальным анализом». Иногда крупные государственные или частные организации создают так называемые «ситуационные комнаты», в которых группа высококвалифицированных экспертов анализирует ситуацию, имея доступ к различным банкам статистических данных и базам знаний, пользуясь широким спектром математических и имитационных моделей. Подробнее экономико-математические модели и методы обсуждаются в гл. 3.5.

Как проверить достоверность прогноза? Самое простое — получить от разработчика текст прогноза, запечатать его в пакет и положить в сейф. Когда придет срок, на который рассчитан прогноз, вскройте пакет и сравните прогноз с реальностью. Конечно, для этого прогноз должен быть сформулирован так, чтобы можно было в будущем определить, сбылся прогноз или нет.

Недаром прогнозы астрологов, хиромантов и гадалок столь туманны. Если же ваш собеседник отказывается от подобной проверки достоверности прогноза, не сомневайтесь — он шарлатан.

Если у вас есть технология прогнозирования, для оценки достоверности прогноза не обязательно ждать. Пусть для определенности речь идет о прогнозе на год вперед. Отбросьте информацию за последний год и примените вашу технологию. Получите прогноз на год вперед от последних по времени данных, т.е. на настоящий момент. Остается сравнить его с реальностью и оценить качество прогностического правила.

В современных условиях бурного развития цифровой экономики и искусственного интеллекта для прогнозирования часто используют информационно-коммуникационные технологии (см. гл. 3.6).

### 1.2.3. Планирование

**Планирование в нашей жизни.** Все мы планируем постоянно. Как мне попасть из дома в институт? Собрав информацию и подумав (т.е. проведя прогнозирование), я понимаю, что имеется целый *ряд возможностей*:

- можно пойти пешком (на прогулку уйдет полтора часа, но не понадобится тратить деньги);
- можно поехать на метро, а оставшуюся часть пути пройти;
- можно поехать на метро, а потом две остановки на троллейбусе;
- можно поехать на такси, и т.д.

Какую возможность выбрать? В зависимости от обстоятельств. Если надо срочно быть в институте, придется ехать на такси, хотя этот вариант гораздо дороже остальных. Если погода хорошая, а дел у меня немного, можно пойти пешком. Но в типовой ситуации я решаю ехать на метро и покупаю месячный проездной билет. Если автобуса нет на остановке, иду пешком, а если есть — новая возможность выбора: что сэкономить — время или деньги?

Мы все время планируем — на час, день, месяц, год или на всю жизнь. Мы решаем, взять ли на обед котлету или сосиску, поступать в МГУ или в МЭИ, жениться на Маше или на Кате, оставаться на прежней работе или искать новую. Только цена этих решений разная. Правильно вы выбрали обед или неправильно — забудется к вечеру, а последствия других решений вам придется расхлебывать годами, а то и всю жизнь.



**Планирование как управленческое решение.** Планирование как часть работы менеджера имеет много общего с планированием в личной жизни. Применяется оно не к рутинным ежедневным делам, а к важным решениям, определяющим дальнейшее развитие фирмы.

Согласно концепции немецкого профессора Д. Хана, планирование — это ориентированный в будущее систематический процесс принятия решений. В его книге [1] описано планирование в концернах «Даймлер-Бенц» и «Сименс». Таким образом, решения в области планирования — частный вид управленческих решений (о них см. главу 3.1).

Выделяют **стратегическое планирование**, ориентированное на продолжительное существование предприятия, обеспечиваемое путем поиска, построения и сохранения потенциала успеха (доходности), и **оперативное планирование** — формирование годовых (оперативных) планов, определяющих развитие организации в кратко- и среднесрочной перспективе на базе стратегических целей [2].

Надо предупредить об одном укоренившемся заблуждении. После развала СССР слова «план», «плановая экономика» стали отдельными лицами употребляться с отрицательным оттенком. Недостатки экономики СССР некоторые недостаточно компетентные в экономике и менеджменте лица связывали с тем, что она была «плановой». Однако знакомство с опытом ведущих западных компаний, с западной наукой об управлении показывает, что вопросам планирования на Западе уделяется большое внимание, планы готовились и готовятся более тщательно, чем это было в СССР. Например, очереди в советских магазинах и недостаток ряда товаров объясняются прежде всего плохим планированием системы торгового обслуживания и, соответственно, выпуска товаров народного потребления.

**Методы планирования.** Технология планирования хорошо разработана и постоянно используется. Исходя из миссии и основных принципов фирмы, отвечающих на вопрос «Зачем?», формулируются стратегические цели, указывающие, что делать в целом. Затем они конкретизируются до задач, а те — до конкретных заданий. Далее подсчитываются необходимые ресурсы — материальные, финансовые, кадровые, временные — и при необходимости пересматриваются задания, задачи и цели. В результате получают реально осуществимый план. Очень важно, что необходимы резервы на случай непредвиденных обстоятельств.

Например, Вы решили стать экономистом. Это — ваша миссия. Стратегические цели состоят в том, чтобы изучить те учебные предметы, что входят

в программу подготовки экономиста. Значит, одна из таких целей — познакомиться с менеджментом по тому учебнику, что вы держите в руках. Эта цель делится на задачи, каждая из которых — изучить определенную главу. Конкретное задание состоит в освоении определенного раздела главы. Ресурсы, которые вам нужны, — это время для учебы. В учебном пособии около 300 с. Сколько понадобится времени? Детективы вы читаете со скоростью 60 с в час, значит, на менеджмент уйдет 5 ч. Всего в учебном плане около 30 предметов, значит, на весь курс понадобится 150 ч. Если заниматься по 8 ч в день, то экономическое образование можно получить за  $150/8 \approx 19$  дней. Зачем же студент учится 5 лет? В чем ошибка проведенного рассуждения? Во-первых, изучение учебного пособия — это не чтение детектива. Надо не только читать текст, но и обдумывать его, отвечать на вопросы типа приведенных в конце глав, готовить рефераты, обращаться к дополнительной литературе, наконец, сдавать экзамен. Поэтому на «Менеджмент» уйдет не 5 ч, а в 10–30 раз больше времени. Во-вторых, очень трудно освободить даже 19 дней от всех дел, кроме изучения экономики. Непредвиденные задержки (болезни, приходы друзей и др.) еще в несколько раз снизят темпы вашей работы.

Обычно выделяют *восемь этапов* в процессе планирования.

**Этап 1.** Целеполагание (формулировка целей). Чего именно вы (или ваша фирма) хотите достичь? Это самый трудный этап. Его нельзя формализовать. Личность менеджера проявляется именно в том, какие цели он ставит.

**Этап 2.** Подбор, анализ и оценка способов достижения поставленных целей. Обычно можно действовать разными способами. Какой из них представляется наилучшим? Какие способы достижения целей можно сразу отбросить как нецелесообразные?

**Этап 3.** Составление перечня необходимых действий. Что конкретно нужно сделать, чтобы осуществить выбранный на предыдущем этапе вариант достижения поставленных целей?

**Этап 4.** Составление программы работ (плана мероприятий). В каком порядке лучше всего выполнять намеченные на предыдущем этапе действия, учитывая, что многие из них связаны между собой?

**Этап 5.** Анализ ресурсов. Какие материальные, финансовые, информационные, кадровые ресурсы понадобятся для реализации плана? Сколько времени уйдет на его выполнение?

**Этап 6.** Анализ разработанного варианта плана. Решает ли разработанный план поставленные на этапе 1 задачи? Являются ли затраты ресурсов

приемлемыми? Есть ли соображения по улучшению плана, возникшие в ходе его разработки при движении от этапа 2 к этапу 5? Возможно, целесообразно вернуться к этапу 2 или 3, или даже к этапу 1.

**Этап 7.** Подготовка детального плана действий. Необходимо детализировать разработанный на предыдущих этапах план, выбрать согласованные между собой сроки выполнения отдельных работ, рассчитать необходимые ресурсы. Кто будет отвечать за отдельные участки работы?

**Этап 8.** Контроль за выполнением плана, внесение необходимых изменений в случае необходимости. Контроль как функцию менеджмента обсудим в одном из дальнейших разделов настоящей главы.

Результаты планирования часто оформляют по определенным правилам в виде специального документа. Иногда его называют «бизнес-план» [3, 4].

Ясно, что реально используемые фирмами технологии планирования достаточно сложны. Обычно им занимаются специальные подразделения, например отделы планирования. Полезными оказываются математические методы планирования (см., например, [5]). В 1975 г. Нобелевскую премию по экономике получили советский математик Леонид Витальевич Канторович и американский экономист Тьяллинг Купманс (родился в Нидерландах). Премия была присуждена за разработку теории оптимального использования ресурсов, которая составляет важную часть математического арсенала плановика (см. гл. 3.2).

#### **1.2.4. Создание организационных структур как функция менеджмента**

**Вклад А.В. Суворова в менеджмент.** Эту функцию менеджмента превосходно выразил великий полководец А.В. Суворов: «Каждый солдат должен знать свой маневр». Не надо удивляться, что мы цитируем генерала. Эффективность управления в армии выявляется самым жестким образом — в борьбе с врагом. Если офицер не сумел организовать своих подчиненных в согласованно действующую боевую единицу, он погибает вместе со своей командой. Для обычного менеджера ситуация лучше — его жизни обычно ничто не угрожает, в крайнем случае разорится его фирма.

Таким образом, каждый сотрудник фирмы должен знать, что ему надо делать в той или иной ситуации. Лишь в очень маленькой организации ее руководитель может сам рассказать каждому об его обязанностях. Возможности психики любого человека ограничены: психологи установили, что число непо-

средственных подчиненных у начальника, который ежедневно с ними работает, должно быть не более семи (если больше — деловой контакт оказывается поверхностным). Поэтому создают иерархические системы управления — рядовой работник действует под началом руководителя группы, тот имеет дело с руководителем отдела. Руководитель отдела подчиняется одному из директоров, а те — генеральному директору. Обычно у первого лица предприятия (топ-менеджера, генерального директора) по крайней мере четыре непосредственных помощника — по производству (технический директор или главный инженер), по финансам (финансовый директор, иногда главный бухгалтер), по маркетингу (директор по маркетингу, иногда начальник отдела сбыта), по персоналу (начальник управления кадров, директор по кадрам). Каждому из них подчиняются свои службы, состоящие из отделов, цехов и иных структур.

Письменные инструкции, указывающие права и обязанности сотрудников и правила действий в тех или иных случаях, также имеют целью согласованность действий и обеспечивают единство фирмы как хозяйствующего субъекта. Организационную структуру фирмы можно сравнить со скелетом живого существа, но только этот скелет рукотворный — его создает и меняет главный менеджер.

**Делегирование полномочий (делократия).** В некоторых организациях сотрудники по всем вопросам обращаются к начальнику, и только он принимает решения. При этом начальник демонстрирует свою власть и получает удовлетворение от чувства собственной незаменимости, а подчиненные перекладывают часть своей работы и полностью свою ответственность на плечи начальника. Однако эффективность такой организации труда невелика. Начальник задыхается среди мелочей и не может найти время для той работы (например, по выбору стратегических приоритетов фирмы), которую только он может выполнить, а сотрудники наполовину бездельничают, ожидая визита к начальству.

Более рациональна система «делегирования полномочий», при которой процесс принятия решений распределен по всей иерархической структуре управления. Задачи, стоящие перед организацией, разбиваются на более мелкие задачи, за решение которых отвечают те или иные подразделения и отдельные сотрудники. При этом каждый из них:

- «знает свой маневр», т.е. четко знает, за выполнение какой работы отвечает;
- знает, какими ресурсами может распоряжаться самостоятельно, в каких случаях имеет право обращаться за помощью к руководству;
- знает, что результат его работы оценивается по тому, как он делает свое дело, и имеет представление о величине и способе вознаграждения за труд.

Таким образом, происходит «распределение полномочий» между менеджерами различных уровней. Важно, что работа каждого оценивается самим выполняемым этим менеджером делом, в частности, не зависит от личных взаимоотношений с начальством. Поэтому известный отечественный менеджер и публицист Ю.И. Мухин [6] называет такую систему распределения прав и обязанностей «делократией» (т.е. «властью дела»).

Распространенным примером делократии является подрядный метод, при котором подрядчик получает от фирмы задание, правила приемки работы и ее оплаты в зависимости от качества, а также начальное финансирование, а все остальное — набор работников, организация трудового процесса, выбор поставщиков и т.п. — дело подрядчика, а не фирмы.

**Законы Паркинсона.** Англичанин С.Н. Паркинсон подробно исследовал ряд отрицательных явлений, широко распространенных в организационных системах. Его весьма критическая книга [7] необходима любому менеджеру, где бы он ни работал — в государственной организации или в частной фирме. Она поможет избежать многих ошибочных решений, распространенных в среде управленцев.

Так, например, «закон Паркинсона» гласит [7, с. 12]:

«1) чиновник (и вообще управленец) множит подчиненных, но не соперников;

2) чиновники работают друг для друга».

Кроме того, «работа заполняет все время, отпущенное на нее». Знакомый с работами Паркинсона менеджер будет беспощадно бороться с попытками увеличить штат управленцев и требовать выполнения работ в максимально сжатые сроки. Когда появляется претендент на работу в фирме, надо принимать решение, исходя из вопроса «Можем ли мы без него обойтись?», а не из вопроса «Сможем ли мы использовать его способности?». Работы Паркинсона можно цитировать практически бесконечно, но пусть читатель сам их прочтет.

### 1.2.5. Руководство

**Команда — основа успеха.** Команда — это те, с кем менеджер работает ежедневно. Высокий профессионализм и ответственность членов команды, слаженность их работы, взаимная поддержка обеспечивают успех. И наоборот, плохой подбор команды может сделать беспомощным даже самого сильного менеджера. Если приказы не исполняются, письма теряются, встречи срываются из-за бестолковости сотрудников, которым поручено их организовать, то ожидать эффективной работы фирмы невозможно.

Создание команды — одно из самых важных дел менеджера. Можно сказать, что команда — его основной инструмент работы. Недаром, меняя место службы, менеджер часто «перетаскивает» за собой и свою команду. Большое значение имеет психологическая совместимость членов команды. В ней не должно быть случайных людей. Возникновение ссор и раздоров в команде сильно снижает ее эффективность. Поэтому зачинщиков ссоры целесообразно удалить из команды, даже если их профессионализм весьма высок.

Менеджер должен заботиться о членах своей команды, помогать им в различных ситуациях, поддерживать положительную мотивацию по отношению к команде, применяя как моральные, так и материальные стимулы. Команда должна быть дружной. Однако при этом полезно поддерживать некоторую дистанцию между членами команды, чтобы дружеские связи не мешали деловым отношениям. Именно поэтому обычно не рекомендуют включать в команду родственников и друзей детства, поскольку иначе трудно отделить деловые отношения от иных.

Самое главное — добиться слаженности команды, когда она работает как единое целое.

**Распорядительство.** Менеджер управляет с помощью распоряжений, приказов благодаря своей команде, доводя их до всех подчиненных и добиваясь их выполнения. Приказы и распоряжения могут быть письменные и устные, а также доведенные до адресатов с помощью компьютерных сетей и электронной почты. Они должны однозначно восприниматься исполнителями, быть ясными, четкими и по возможности короткими. Иногда нужна вводная часть, разъясняющая необходимость данного приказа.

Важные приказы, особенно касающиеся сложных проблем, необходимо оформлять письменно. Связано это требование прежде всего с тем, что каждый из собеседников запоминает разговор по-своему. Обычно в памяти остается то, что выгодно данному лицу.

Приказы оформляются по правилам, принятым в делопроизводстве. Необходимо помнить, что некоторые виды приказов, в частности по кадровому составу, могут быть обжалованы в суде.

**Менеджер как специалист.** В производственной деятельности многих менеджеров переплетены решения управленческих и профессиональных задач. Например, главный инженер химического завода — не только менеджер, но и инженер. Главный врач больницы должен уметь не только управлять, но и лечить. Менеджеры такого типа должны время от времени демонстрировать свои возможности в профессиональной деятельности, причем проявленная ими некомпетентность сильно снижает уважение сотрудников.

Но есть и менеджеры, для которых управленческие задачи отделены от профессиональных. Зачастую человек не может быть компетентным во всех областях, к которым относится деятельность его организации. Причина проста — «нельзя объять необъятное». Так, ректор университета или директор крупного научно-исследовательского института выступает прежде всего как администратор, согласующий интересы отдельных подразделений, в профессиональной деятельности которых он разбирается поверхностно. При этом он дополнительно к работе менеджера обычно заведует кафедрой или научным отделом, выступая при этом как профессионал.

Таким образом, на вопрос «Можно ли руководить тем делом, в котором не разбираешься?» ответ однозначный — да. Но при этом надо включить высококвалифицированных профессионалов в состав команды и воздерживаться от высказываний и единоличных решений по вопросам, в которых не разбираешься.

### 1.2.6. Координация

**Совещания.** Одно из основных условий успешной деятельности организации — согласованность действий менеджеров этой организации. Они не только не должны противоречить друг другу, напротив, необходимо, чтобы они дополняли друг друга и вели к одной цели — цели фирмы, выраженной в долгосрочных и оперативных планах. Обратим внимание на важность эффективной организации потоков информации. Она должна быть достаточной, но не излишней.

В связи с этим совершенно необходимы регулярные совещания менеджеров. Не так легко грамотно подготовить и провести совещание, добиться принятия полезных для работы фирмы решений. Необходимо заранее обеспечить участников необходимой информацией, организовать деловую дискуссию, подавлять основанную на эмоциях перепалку и одновременно не превращать заседание в монолог начальника и т.д. Это наука и искусство, которыми должен владеть менеджер. Надо иметь в виду, что хорошо разработаны и методы срыва совещаний, превращения их в пустое времяпровождение, а также методы организации коллективного принятия решений, выгодных кому-либо лично, но не фирме [7]. Менеджер должен быть готов к активной борьбе с подобными поползновениями.

На некоторых совещаниях проводятся голосования. К настоящему времени теория голосования достаточно разработана [8], и установлено, что

результат голосования во многих случаях зависит от процедуры голосования и методов принятия решения. Так, председательствующий может спросить «Кто за?», а может и по-другому: «Есть ли у кого возражения?». В первом случае естественно принять тот вариант, за который подано наибольшее число голосов «за», а во втором — тот, против которого меньше всего возражений. А как быть, если один вариант имеет много сторонников и заметное число противников, а остальные оставляют участников совещания равнодушными? Этот пример показывает, как важно заранее утвердить регламент совещания.

**Типовая процедура подготовки делового документа.** Координация действий менеджеров происходит и при подготовке документов — планов, приказов, предложений, направляемых в другие организации, ответов на распоряжения и запросы властей и др. Обычно один из сотрудников — назовем его Исполнителем — готовит первоначальный вариант документа. Он размножается и рассылается на отзыв заинтересованным в нем менеджерам, а иногда и в другие организации. Исполнитель составляет сводку отзывов, с одними из замечаний соглашается, против других высказывает возражения. Затем собирают так называемое «согласительное совещание», на которое приглашают всех тех, с чьим мнением Исполнитель не согласен. В результате дискуссии по ряду позиций достигается компромисс, и возражения снимаются. Окончательное решение по проекту документа с учетом оставшихся возражений принимает генеральный директор или совет директоров, т.е. высшая инстанция в данной организации. Именно такова процедура подготовки законов РФ, государственных стандартов и иных ответственных документов.

Во многих случаях подготовка отзывов заменяется на *визирование*, при котором свое согласие менеджеры выражают, накладывая на документ *визу*, т.е. расписываясь (иногда добавляя несколько слов по затрагиваемой проблеме). Например, подготовленное для отправки в другую организацию письмо визируют руководители нескольких отделов, и генеральный директор его подписывает от имени фирмы, не вникая в суть (поскольку каждый день он подписывает десятки писем, то вникать некогда). Адресату уходит письмо, на обратной стороне которого указаны фамилия и телефон Исполнителя (поскольку адресат тоже хорошо знаком с процедурой подготовки документов, он понимает, что по конкретным вопросам надо обращаться к Исполнителю, а не к генеральному директору). В архиве фирмы остается письмо с визами, так что в случае необходимости легко выяснить, кто составил и одобрил документ.

**Поиск компромиссов.** Менеджер должен быть уверен в своей точке зрения и уметь ее отстаивать. Но для блага дела иногда полезно идти на



компромиссы, открыто заявляя: «Я с Вами не согласен, я остаюсь на своей точке зрения, но ради блага фирмы, ради возможности совместной работы готов пойти на то-то и то-то». Искусство компромисса — одно из самых сложных, но и необходимых для менеджера.

### 1.2.7. Контроль

**Контроль и корректировка планов.** Сколь бы хорошо ни были разработаны планы, они, как правило, не могут быть выполнены так, как были задуманы. Будущее нельзя абсолютно точно предсказать. Неблагоприятные погодные условия, аварии на производстве и на транспорте, болезни и увольнения сотрудников, и многие другие причины, которые обсуждались в начале настоящей главы, нарушают наши планы. Эти нарушения прежде всего надо обнаружить с помощью системы контроля. Например, надо регулярно — раз в день, неделю или месяц — возвращаться к плану и выявлять нежелательные отклонения от запланированного.

Есть два основных подхода к отклонениям. Во-первых, можно стремиться к возврату на плановую траекторию движения. Для этого понадобятся дополнительные ресурсы — материальные, кадровые, финансовые. Иногда такие ресурсы создают согласно плану, заранее предвидя возможность осложнений. Яркий пример — дублиеры у космонавтов. Но приходится мириться с тем, что в благоприятной обстановке такие ресурсы будут «простаивать». Во-вторых, можно изменить сам план, заменив намеченные рубежи на другие, реально достижимые в создавшейся обстановке. Возможность такого подхода зависит от того, насколько для фирмы важен план — является ли он «законом» или же только «руководством к действию», задающим желательное направление движения.

**Доверяй, но проверяй.** На менеджере лежит обязанность контроля за выполнением принятых ранее решений, не только включенных в план, но и оперативных, текущих. Частично контроль осуществляется в ходе совещаний и визирования документов. Но этого недостаточно. При планировании собственной работы менеджеру следует предусмотреть регулярные проверки деятельности своих подчиненных, причем не только членов своей команды, но и всех остальных работников организации. Могут применяться как официальные отчеты и аттестации, так и неформальные беседы. Надо отметить, что беседа с менеджером, стоящим на иерархической лестнице на несколько ступеней выше, производит большое положительное воздействие на сотрудника.

В Великобритании считается, что генеральный директор должен побеседовать с каждым сотрудником хотя бы раз в год. К сожалению, в России подобные собеседования не приняты.

**Выборочный контроль.** В задачах контроля качества продукции выборочный контроль применяется, когда контроль является разрушающим, либо по экономическим соображениям [9]. В организационных системах первое основание для применения выборочного контроля отпадает, зато второе справедливо едва ли не чаще, чем в промышленности. Количество используемых документов (счетов, чеков, доверенностей и т.п.) в мало-мальски серьезной организации измеряется кубометрами. Совершенно ясно, что полная проверка потребует такого объема рабочего времени контролеров, что его выделение в большинстве случаев нецелесообразно (бывают исключения, например при уголовном расследовании). Поэтому представляется полезным использование при аудите выборочного контроля, при котором случайным образом (в смысле теории вероятностей) отбирается сравнительно небольшая доля документов, которая затем и анализируется. Для определения объема выборки, способа ее отбора, правил переноса выборочных результатов контроля на всю совокупность следует применять методы, разработанные в теории статистического контроля [9].

Выборочный контроль работы сотрудников также может быть полезен. При этом наряду с выборкой людей полезна и выборка из совокупности дел, которыми занимается данный сотрудник. Сравнительно небольшие затраты времени менеджера позволяют держать под контролем обе рассматриваемые совокупности, каждый элемент которых имеет некоторую (одну и ту же для всех элементов совокупности) вероятность быть отобранным и тщательно проконтролированным.

### **1.2.8. Современный этап — контроллинг**

**Контроллинг** (от англ. *control* — руководство, регулирование, управление, контроль) — новая концепция управления, порожденная практикой современного менеджмента. Согласно [2, с. 7], «одной из основных причин возникновения и внедрения концепции контроллинга стала необходимость в системной интеграции различных аспектов управления бизнес-процессами в организационной системе» (т.е. на предприятии, в торговой фирме, банке,

органе государственного управления и др.). «Контроллинг обеспечивает методическую и инструментальную базу для поддержки» (в том числе компьютерной) «основных функций менеджмента: планирования, контроля, учета и анализа, а также оценки ситуации для принятия управленческих решений» [2, с. 8].

Таким образом, развитие менеджмента в XX в. можно описать формулой: от Файоля к контроллингу. Хотя истоки контроллинга прослеживаются с XV–XVIII вв., он стал популярен за рубежом (в США, Германии и др. странах) в последние десятилетия. В России интерес к контроллингу стал проявляться в начале 1990-х гг.

**Контроллинг** — это инструмент менеджера, но сам по себе он не может обеспечить успех предприятия и не может освободить менеджеров от функций управления. Основные идеи контроллинга изложены в монографиях [1, 2, 10–12]. Применению идей контроллинга при решении практических задач экономики и управления посвящена монография [13].

Укажем основные публикации по некоторым рассмотренным выше вопросам. Проблемы инфляции и выборочного контроля подробно рассмотрены в [14–16]. Искусственный интеллект предоставляет интеллектуальные инструменты управления предприятиями, корпорациями, регионами, странами. На применении искусственного интеллекта основаны современные методы экономики и организации производства, контроллинга, логистики, экономики знаний, управления научной деятельностью. Он активно используется в организационно-экономическом моделировании, нечисловой статистике, экспертных оценках, статистических методах анализа данных [17–19].

### **Список использованной литературы**

1. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга / перевод с немецкого. — Москва : Финансы и статистика, 1997. — 800 с.
2. Карминский А.М., Оленев Н.И., Примак А.Г. и др. Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях. — Москва : Финансы и статистика, 1998. — 256 с.
3. Маниловский Р.Г. Бизнес-план. — Москва : Финансы и статистика, 1998. — 160 с.
4. Курач Л.А., Лене Л.Н., Семенов П.М. Разработка бизнес-плана предприятия. — Москва : Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы, 1996. — 90 с.

5. *Багриновский К.А., Бусыгин В.П.* Математика плановых решений. — Москва : Наука, 1980. — 224 с.
6. *Мухин Ю.И.* Наука управлять людьми: изложение для каждого. — Москва : Фолиум, 1995. — 368 с.
7. *Паркинсон С.Н.* Законы Паркинсона: Сборник / перевод с английского. — Москва : Прогресс, 1989. — 448 с.
8. *Вольский В.И., Лезина З.М.* Голосование в малых группах. Процедуры и методы сравнительного анализа. — Москва : Наука, 1991. — 192 с.
9. *Орлов А.И.* Эконометрика : учебник. — Москва : Экзамен, 2003. — 576 с.
10. *Карминский А.М., Фалько С.Г., Жевага А.А. и др.* Контроллинг : учебник. — 3-е изд., дораб. — Москва : Инфра-М, 2013. — 336 с.
11. *Фолльмут Х.* Контроллинг от А до Я / перевод с немецкого. — Москва : Финансы и статистика, 1998. — 240 с.
12. *Уткин Э.А.* Контроллинг. Российская практика. — Москва : Финансы и статистика, 1998. — 240 с.
14. *Орлов А.И.* Эконометрика : учебник для вузов. — 4-е, доп. и перераб. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. — 572 с.
15. *Орлов А.И.* Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.
16. *Агаларов З.С., Орлов А.И.* Эконометрика : учебник. — 2-е изд. — Москва : Дашков и К, 2023. — 380 с.
17. *Орлов А.И.* Искусственный интеллект: нечисловая статистика : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 446 с.
18. *Орлов А.И.* Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 843 с.
19. *Орлов А.И.* Искусственный интеллект: экспертные оценки : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 436 с.
20. *Орлов А.И.* Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.

### **Контрольные вопросы**

1. Приведите пример задачи прогнозирования, которую вы ежедневно решаете.
2. Приведите пример задачи планирования, которую вы ежедневно решаете.

3. Разберите 8 этапов планирования на примере задачи, выбранной вами при ответе на предыдущий вопрос.

4. Почему армия в боевой обстановке применяет принципы делегативности?

5. Опишите организационную структуру фирмы, в которой работаете, или института, в котором учитесь.

6. Почему менеджеру выгодно применять выборочный контроль?

### ***Темы докладов и рефератов***

1. Экономические и социальные последствия отмены в России всех таможенных сборов и пошлин на экспорт и импорт.

2. Системы планирования в концернах «Даймлер-Бенц» и «Сименс».

3. Использование линейного программирования для оптимизации планирования.

4. Проблема устойчивости планов по отношению к допустимым отклонениям исходных данных и предпосылок (согласно подходу [10]).

5. Критика С. Н. Паркинсоном отрицательных явлений в среде чиновников и менеджеров.

6. Различные методы организации голосования в малых группах.

## **1.3. ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ**

Что делает управляющий, т.е. менеджер? Управляет организацией или подразделением, т.е. людьми. Значит, управление людьми — это деятельность менеджера. Познакомимся с рядом понятий, используемых при обсуждении проблем управления.

### **1.3.1. Основные понятия теории управления**

**Субъекты и объекты управления.** В каждой стране как хозяйственная, так и нехозяйственная (военная, религиозная, спортивная и др.) деятельность общества сознательно управляется. Что имеется в виду под термином «управление»? **Управление** — процесс воздействия субъекта на объект в целях перевода его в новое качественное состояние или поддержания в установленном режиме.

**Субъект управления** — это тот, кто управляет. **Объект управления** — это тот, кем управляют.

**Пример 1.** Обсудим понятия субъектов и объектов управления применительно к экологической безопасности и природоохранной деятельности [1]. Субъектами управления природопользованием, в том числе и природоохранной деятельностью, выступают государственные органы общей компетенции, кроме того — специально уполномоченные органы по охране окружающей природной среды, а также органы местного самоуправления. На уровне предприятий субъектами управления являются подразделения и службы природопользования (цехи, отделы) или отдельные работники.

К государственным органам **общей компетенции** относятся Президент, Федеральное Собрание, Правительство, представительные и исполнительные органы власти субъектов Российской Федерации. Государственные и муниципальные органы общей компетенции ведают вопросами охраны природной среды наряду с множеством других направлений работы.

К государственным органам **специальной компетенции** относятся те, которые соответствующими правительственными актами уполномочены выполнять природоохранные функции. Органы специальной компетенции подразделяются **на три вида**: комплексные, отраслевые и функциональные. *Комплексные* природоохранные органы выполняют все экологические задачи или отдельные блоки задач, *отраслевые* занимаются своей отраслью (например, лесным хозяйством), *функциональные* отвечают за отдельные функции (например, мониторинг состояния окружающей природной среды).

К охране природной среды имеют отношение многие министерства и ведомства. Например, Министерство экономического развития РФ, формируя стратегию социально-экономического развития, обязано учитывать и экологические интересы общественного развития. Росстандарт (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии) осуществляет надзор за соблюдением государственных стандартов и в том числе за выполнением зафиксированных в них экологических требований. Госстрой (Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству) разрабатывает экологические требования при капитальном строительстве, и т.п.

Компетенция органов местного самоуправления по охране окружающей среды отражена в их уставах. Их роль напоминает роль государственных органов общей компетенции, только на гораздо более узком пространстве, относящемся к ведению соответствующего органа местного самоуправления — на уровне района или города.

Объектами управления являются все природопользователи, как юридические, так и физические лица, независимо от характера и направлений их деятельности. Поскольку все организации и предприятия, все жители городов

и деревень находятся и действуют в природной среде, то объектами управления являются все юридические и физические лица на территории нашей страны. Связи и отношения между субъектами и объектами управления в процессе природопользования и охраны природной среды строятся двумя способами. Первый — на основе правил и процедур, зафиксированных в действующих законах и других нормативно-правовых актах. Второй — на основе договоров между конкретными субъектами и объектами управления.

**Методы и механизмы управления. Метод управления** — это набор способов, приемов, средств воздействия на управляемый объект. По содержанию воздействия на объект управления методы обычно делятся на: организационно-административные, экономические, социально-психологические и др.

Так, **организационно-административные методы** основаны на приказах, распоряжениях, законах и других нормативно-правовых документах и опираются на возможность применения силы государственными органами, в том числе непосредственно на силовые структуры. Внутри организации взаимоотношения менеджеров и их подчиненных регулируются Трудовым кодексом Российской Федерации.

**Экономические методы** воздействия основаны на использовании материальных (экономических, денежных) интересов. Конкретный экономический метод включает как отдельные приемы воздействия, так и их совокупности. Комплекс взаимосвязанных экономических мер, направленных на достижение конкретного результата, образует экономический механизм управления.

**Социально-психологические методы** управления опираются на убеждение, моральное стимулирование, сознательность, держатся на обычаях и традиционных ценностях общества.

Под словами «**механизм управления**» понимают совокупность тех или иных методов управления. Организационно-административные, экономические и социально-психологические методы управления применяются совместно. Ясно, что сама возможность использования экономических и социально-психологических методов опирается на существующую административную структуру предприятия. С другой стороны, чисто административными (командными) методами без материального и морального стимулирования нельзя добиться существенного повышения эффективности работы предприятия.

Ясно, что организационно-административный, экономический, социально-психологический механизмы являются частями системы управления в целом. На различных уровнях управления эта система имеет свои особенности. Можно выделить макроуровень, т.е. управление в рамках всей страны,

и мезоуровень, касающийся отдельных секторов и отраслей народного хозяйства, например управление добычей нефти и газа. На уровне конкретных предприятий системы управления, вполне естественно, носят более специальный характер, приспособленный к особенностям этих предприятий и их подразделений. Большое практическое значение имеет и самый нижний уровень управления — управление собой. Можно сказать, что каждый является менеджером, поскольку он управляет по крайней мере одним человеком — самим собой.

**Цели управления.** Определение целей, к которым следует стремиться, как говорят целеполагание, — самая трудная и ответственная часть работы менеджера. Выбор целей зависит от конкретной ситуации. Рассмотрим пример [1].

**Пример 2.** Пусть установлено, что производство в агропромышленном комплексе (АПК), несмотря на резкое снижение его объема за последние 30 лет, излишне велико для данной области, а дефицит продовольствия объясняется не недостаточным объемом производства, а отсталостью в сфере хранения и перерабатывающей промышленности. Тогда целью управления природопользованием в данной области должно стать сокращение природного базиса сельского хозяйства, т.е. сокращение объема используемых в сельском хозяйстве природных ресурсов. При этом меры экономического воздействия будут включать, например, установление высокой арендной платы за земли сельскохозяйственного назначения. Это позволит затормозить вовлечение новых земель в хозяйственный оборот. Следует повысить налоги на дополнительное освоение земель, увеличить штрафы за нерациональное использование земель, стимулировать различными способами консервацию деградированных участков и др. Все эти меры направлены на сокращение сельскохозяйственного производства и снятие сельскохозяйственной нагрузки с окружающей природной среды. Одновременно, очевидно, следует бороться с отсталостью в сфере хранения произведенного продовольствия и в сфере перерабатывающей промышленности. Необходимо создание благоприятных экономических условий для совершенствования технологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, развития соответствующей отрасли народного хозяйства.

Если же целью развития АПК на определенный период считать всемерное увеличение производства сельскохозяйственной продукции, то меры экономического воздействия, наоборот, должны не только не препятствовать вовлечению новых земельных и водных ресурсов, химических средств защиты



растений, минеральных удобрений, а всемерно стимулировать их. Подавляющее число специалистов считает, что проводимые в 1990-х гг. в России аграрная и земельная реформы направлены на природоохранительный вариант функционирования агропромышленного комплекса. За эти годы производство сельхозпродукции упало в среднем на 30–40 %.

**Управляющие параметры.** В математических моделях, используемых при управлении, используются различные виды переменных. Одни из них описывают состояние системы, другие — выход системы, т.е. результаты ее работы, третьи — управляющие воздействия. Выделяют экзогенные переменные, значения которых определяются извне, и эндогенные переменные, используемые только для описания процессов внутри системы.

Управляющие параметры — часть экзогенных. Задавая их значения (или изменения этих переменных во времени), менеджер меняет выход системы в нужную для себя сторону.

Поскольку невозможно абсолютно точно предсказать поведение системы под влиянием тех или иных воздействий, приходится изучать устойчивость социально-экономических моделей, используемых при управлении [2, 3]. Чаще всего вводят в рассмотрение случайные воздействия (возмущения), что приводит к замене единственной траектории движения на пучок (трубку) и снижает эффективность управления. Соответствующая математическая теория хорошо разработана, но достаточно трудна для понимания и применения [4].

**Различные варианты формулировок целей управления.** В простейшем случае цель полностью описана. Например, необходимо попасть в определенное место за минимальное время или построить дом по заранее выбранному проекту, руководствуясь утвержденной сметой. Этот вариант целеполагания назовем «Попасть в точку».

Двойственным к нему является вариант «Продвинуться дальше». Например, за заданное время изготовить как можно больше деталей или при заданном рекламном бюджете организовать наиболее эффективную рекламную кампанию.

Здесь есть критерии, по которым надо оптимизировать системы. В первом случае — число деталей, во втором — эффективность рекламной кампании, которую можно измерить по увеличению числа покупателей и объема продаж. Критерии — часть переменных, описывающих выход системы, т.е. те результаты ее работы, которые представляют интерес для менеджера.

Частный случай варианта «Продвинуться дальше» — как можно ближе подойти к заранее определенному идеальному состоянию. Например, сконструировать двигатель, коэффициент полезного действия которого возможно ближе к идеалу — 100 %. Назовем этот вариант целеполагания «Приблизиться к идеалу». Для его реального использования необходимо уметь измерять степень близости к идеалу.

От варианта «Попасть в точку» естественно перейти к варианту «Попасть в область». Например, человек может определить для себя желательный уровень заработной платы и считать цель достигнутой, как только его заработная плата превысит заданный порог. Менеджеру, отвечающему за отопительную систему, необходимо обеспечить температуру в помещениях в заданных пределах — от и до. Руководителям предприятия необходимо обеспечить попадание показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия [5] в заданные интервалы.

Одна из наиболее важных целей как для отдельного человека, так и для организации — самосохранение. Стремление сохраниться как самостоятельное целое, обеспечить равновесие с окружающей средой, стабильность и целостность — этот вариант целеполагания назовем «Приказано выжить». Именно самосохранение, а не максимизация прибыли (за какой период?) является основной целью предприятия (подробнее эта проблема обсуждается в следующей главе).

Другой подход к проблеме управления связан с идеей обратной связи. Управление не выбирается заранее, а корректируется в каждый текущий момент времени на основании информации о состоянии или о выходе системы.

Для подразделения внутри организации обычно имеется конфликт между внешними и внутренними целями. Например, центральное руководство имеет целью получить от цеха возможно больше продукции при возможно меньшей оплате труда, в то время как руководство цеха желает прямо противоположного — несколько сократить выпуск продукции, но увеличить фонд оплаты труда. Аналогична ситуация и для организации во взаимоотношениях с внешним миром. Потребители хотят получить товары возможно более высокого качества при возможно более низкой их оплате, а поставщики, наоборот, предпочли бы не заботиться о качестве, но зато увеличить цены.

Неизбежен конфликт между внутренними целями субъекта экономической жизни (от отдельного человека до групп стран) и внешними целями его окружения. Разрешение подобных конфликтов — одна из основных задач менеджера.

### 1.3.2. Многокритериальность реальных задач управления

Обычно субъект экономической жизни стремится достичь сразу многих целей. Например, он стремится одновременно следовать и внутренним, и внешним целям, тем самым снимая конфликт между ними. Но внутренних целей у него может быть много, да и внешних тоже.

Например, простейший *набор целей на день для студента* может выглядеть так:

- воспринять очередную порцию знаний, посетив занятия;
- продвинуться в научно-исследовательской работе;
- пообщаться с товарищами по учебе;
- провести спортивную тренировку;
- несколько часов провести на работе (совмещаемой с учебой), выполняя производственные задания;
- повстречаться с друзьями вне вуза;
- помочь родителям по дому;
- выполнить домашние задания, подготовиться к следующему учебному дню;
- отдохнуть вечером.

Совершенно ясно, что эти цели конкурируют между собой, борясь за время и силы студента. Трудно совместить даже две из этих целей, связанные с учебой и работой.

Как же быть? Многокритериальность реальных задач управления состоит в том, что менеджеру необходимо оптимизировать управляемую им систему сразу по нескольким критериям. Например, добиться максимизации прибыли при минимуме затрат. Ясно, что этого невозможно достичь. Минимум затрат равен 0, он достигается при прекращении выпуска продукции (оказания услуг) и ликвидации предприятия. Но при этом прибыль тоже равна 0. Если же добиться максимально возможной прибыли, то затраты при этом также будут достаточно большими, отнюдь не минимальными.

Теория управления предлагает два основных способа борьбы с многокритериальностью. Один из них состоит в том, чтобы превратить все критерии, кроме одного, в ограничения и решать задачу оптимизации по оставшемуся критерию (о задачах оптимизации рассказывается в гл. 3.2). Например, можно потребовать, чтобы затраты не превосходили заданной величины, и при этом условии максимизировать прибыль. Второй вариант — принять, что прибыль должна быть не меньше заданной величины (например, если выполняется определенный заказ), а затраты при этом условии минимизировать.

Другой подход в борьбе с многокритериальностью состоит в том, чтобы на основе исходных критериев сконструировать один новый и его оптимизировать. В рассматриваемом случае можно использовать рентабельность (по затратам), т.е. частное от деления прибыли на затраты. При максимизации рентабельности находится наилучшее (в определенном смысле) соотношение между затратами и прибылью.

Есть и другие методы борьбы с многокритериальностью. Например, можно выделить все варианты решений менеджера, при которых прибыль мало отличается от максимально возможной, а затем в этой области минимизировать затраты [2, 3]. Или же сначала выделить все Парето-оптимальные варианты решений менеджера, т.е. все те решения, которые не хуже любого возможного решения хотя бы по одному критерию, а затем анализировать множество Парето-оптимальных решений [6].

Аналогична ситуация и с лозунгом «Максимум прибыли при минимуме риска». Здесь, как и в ранее разобранным случае, надо либо максимизировать прибыль при задании верхней границы для риска, либо минимизировать риск при заданной прибыли, либо конструировать из двух критериев один. Дополнительная сложность состоит в необходимости численно оценивать риск.

### **1.3.3. Об оптимальном управлении экономическими системами**

Рассмотрим две проблемы сравнительной оценки эффективности различных подходов к оптимизации управления экономическими системами.

**Сравнение по эффективности государственных и частных предприятий.** К настоящему времени имеется огромное количество книг, статей, ресурсов Интернета, связанных с поисками оптимального управления теми или иными экономическими системами. Среди обсуждаемых вопросов, например, такой: «Какие предприятия работают более эффективно — государственные или частные?».

Частные предприятия хвалят за возможность развертывания личной инициативы, быстроту реакции на изменение рыночной среды. Критикуют их за высокую вероятность различных противоправных и противообщественных действий. Государственные предприятия критикуют за неповоротливость, вызванную бюрократизмом управления, а хвалят за законопослушность. На основе словесного обсуждения нельзя сделать однозначный вывод. Обратимся к статистике.

В табл. 1.1 приведены статистические данные Европейского союза на конец 1995 г. [7, 8]. Для каждой страны и для Европейского союза в целом указаны доля занятых в государственном секторе (в процентах от всех занятых в стране) и доля госсектора в создании добавленной стоимости (в процентах от валового внутреннего продукта). В последнем столбце указана эффективность госсектора в странах Европейского союза относительно предприятий и организаций других форм собственности. Она получена путем деления второй из этих долей на первую. Страны упорядочены в порядке убывания валового внутреннего продукта.

*Таблица 1.1*

### Эффективность госсектора в странах Европейского союза

Страна	Доля занятых в госсекторе	Доля госсектора в добавленной стоимости	Относительная эффективность госсектора
Германия	8,0	10,0	1,25
Франция	11,9	14,2	1,19
Италия	11,5	13,0	1,13
Великобритания	2,3	2,6	1,13
Испания	6,0	7,2	1,20
Швеция	11,4	13,3	1,17
Австрия	10,0	14,0	1,40
Бельгия	9,7	8,6	0,89
Греция	12,0	14,0	1,17
Финляндия	14,7	19,0	1,29
Португалия	6,0	13,1	2,18
Нидерланды	3,4	6,0	1,76
Дания	7,8	8,0	1,03
Ирландия	9,3	11,0	1,18
Люксембург	5,6	6,3	1,13
Европейский союз	8,0	9,7	1,21

Таким образом, производительность труда (объем созданной добавленной стоимости на одного работающего) в госсекторе выше, чем на частных предприятиях. Это утверждение справедливо для Европейского союза в целом и для всех его стран по отдельности, кроме одной — Бельгии.

Итак, согласно мировому опыту, экономическая эффективность государственных предприятий выше, чем частных. Одна из причин состоит в том, что зарубежные государства предпочитают оставлять у себя (или национализировать) высокоэффективные предприятия и избавляться от малоэффективных и убыточных, приватизируя их.

**Догма эффективности конкуренции.** Она состоит в том, что экономические структуры, основанные на конкуренции, более эффективны (производят больше при тех же затратах), чем плановые. Западная экономическая теория пришла к противоположному выводу: эффективность конкурентной системы может в отдельных случаях достигать эффективности плановой системы, но никогда не в состоянии превзойти ее [9]. Это и понятно — оптимальная программа действий, учитывающая всю информацию, всегда эффективнее, чем стихийно складывающийся поток несогласованных действий отдельных субъектов рыночной конкуренции.

Однако у каждого типа системы есть свои причины недостижения максимума. В конкурентной системе — стихийные отклонения от оптимальной траектории, вызванные несогласованными решениями экономических субъектов. Для рыночной экономики характерна нерациональная трата материальных, финансовых, кадровых ресурсов. Недаром в период войны, когда необходимо сосредоточить ресурсы для обеспечения вооруженных сил, все государства переходят к плановой системе управления экономикой [10].

**В плановой экономике основная причина недостижения максимума** — нерациональность процедур принятия решений, принципиальная невозможность точного решения оптимизационных задач, а главное — неустранимая неопределенность в их постановке. Существуют подходы, позволяющие модернизировать плановую экономику с целью повышения эффективности за счет ввода в нее элементов рыночных отношений [11–13]. Утверждать, что «рынок» эффективнее «плана», нельзя.

Термин «конкуренция» означает «соревнование». В СССР конкурировали между собой разработчики военной техники: из нескольких образцов, разработанных различными организациями по одним и тем же тактико-техническим требованиям, комиссия экспертов выбирала один для запуска в серию. В настоящее время подобная процедура именуется тендером (конкурсом). Конкуренция процветала и на рынке потребительских товаров: население «голосовало рублем» за те товары, которые предпочитало, остальные оставались на полках магазинов и со временем списывались.

Должен ли менеджер специально создавать конкуренцию между работниками? Практический опыт показывает, что вводить элементы соревнования следует весьма осторожно, упирая на моральное стимулирование (как в Японии). Работники должны образовывать сплоченный коллектив (команду), а не стаю особей, готовых перегрызть глотку друг другу. Проблемы управления персоналом и, в частности, мотивации подробнее рассматриваются в [14].

Проблемы оптимального управления экономическими системами продолжают активно обсуждаться [15, 16]. Современная парадигма экономической науки основана на идеях солидарной цифровой экономики [17, 18].

### **Список использованной литературы**

1. Экология / под редакцией С.А. Боголюбова. — Москва : Знание, 1999. — 288 с.
2. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. — Москва : Наука, 1979. — 296 с.
3. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.
4. Поляк Б.Т., Щербakov П.С. Робастная устойчивость и управление. — Москва : Наука, 2002. — 303 с.
5. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа. — Москва : Финансы и статистика, 2000. — 416 с.
6. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Физматлит, 2007. — 256 с.
7. Абрамов Ю.А. В поисках баланса интересов и ресурсов // Космос в фокусе политики, экономики, культуры ; научный редактор Л.В. Голованов. — Москва : Новости космонавтики, 2002. — С. 92–101.
8. Российская цивилизация: сквозь тернии к звездам. Сборник. — Москва : Вече, 2003. — 400 с.
9. Ланкастер К. Математическая экономика. — Москва : Советское радио, 1972. — 464 с.
10. Катасонов В.Ю. Экономика Сталина. — Москва : Институт русской цивилизации : Кислород, 2016. — 416 с.
11. Малиновский Л.Г. Экономика как способ раздела произведенного продукта // Наука и технология в России. — 1995. — № 6 (12). — С. 10–12.

12. *Настенко А.Д.* Экономические интересы и экономические отношения // Информационно-аналитический журнал. — 1995. — № 7. — С. 68–80.
13. *Малиновский Л.Г.* Какой видится экономика обновленного социализма? // Диалог. — 2002. — № 6. — С. 28–32.
14. *Федосеев В.Н., Капустин С.Н.* Управление персоналом организации : учебное пособие. — Москва : Экзамен, 2003. — 368 с.
15. *Лившиц В.Н.* Системный анализ рыночного реформирования нестационарной экономики России: 1992–2013. — Москва : ЛЕНАНД, 2013. — 640 с.
16. *Орлов А.И.* Как нам реорганизовать хозяйство России? // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2015. — № 19 (304). — С. 51–60.
17. *Орлов А.И.* Солидарная цифровая экономика в глобальном тренде научно-технологического и инновационного развития // Научный журнал КубГАУ. — 2022. — № 183. — С. 314–330.
18. *Орлов А.И.* Глобальный тренд научно-технологического и инновационного развития - солидарная цифровая экономика // Научно-технологическое и инновационное сотрудничество стран БРИКС: Материалы международной научно-практической конференции. Вып. 1. — Москва, 2023. — С. 177–180.

### ***Контрольные вопросы***

1. Приведите примеры субъектов и объектов управления.
2. Какие Вы знаете виды методов управления?
3. Сформулируйте несколько конкретных целей управления в практике хозяйствующих субъектов.
4. Как можно бороться с многокритериальностью задач управления?
5. Сравните по эффективности государственные и частные предприятия в странах Европейского союза.
6. Всегда ли полезна конкуренция?

### ***Темы докладов и рефератов***

1. Государственные и муниципальные органы общей компетенции.
2. Система управления высшим учебным заведением.
3. Система управления космической отраслью (на основе публикаций [7, 8]).
4. Многокритериальность в поведении студентов.



5. Примеры Парето-оптимальных решений многокритериальных задач (с использованием монографии В.В. Подиновского и В.Д. Ногина [6]).

6. Управление экономикой при рыночном социализме (на основе статей [11–13]).

## 1.4. СТРАТЕГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Если сравнить менеджера с капитаном корабля, то становится более ясной проблема выбора пути. Куда плыть? Инструменты для ответа на этот вопрос дает стратегический менеджмент, т.е. стратегическое планирование и управление.

### 1.4.1. Пирамида планирования в стратегическом менеджменте

Первой и главной из основных функций менеджмента (см. гл. 1.2) является функция прогнозирования и планирования. Рассмотрим ее составляющие применительно к стратегическому планированию.

Стратегическое планирование не надо путать с долгосрочным — обычно на 10–15 лет. Горизонт стратегического планирования зависит от того, какого рода работами занимается организация. Стратегическое планирование для атомной электроэнергетики — это планирование на десятки лет вперед, а для торговой фирмы — на два-три года вперед. Для группы авиакомпаний «Волга-Днепр» (осуществляет грузовые авиаперевозки на самых мощных самолетах современности «Руслан») горизонт стратегического планирования — один год. Время, к которому относится стратегическое планирование, наступит много позже окончания тех работ, что ведет организация в настоящий момент. Более того, границы временного интервала стратегического планирования размыты.

**Миссия фирмы.** При планировании, очевидно, надо исходить из того, для чего предназначена фирма, в чем состоит ее «миссия» в мире бизнеса. Например, миссия фирмы «Авион» — осуществлять безопасные и прибыльные воздушные перевозки пассажиров и грузов. Миссия фирмы «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» — готовить студентов и аспирантов в традициях русской системы инженерного образования (по соответствующим специальностям).

В наиболее общих терминах **стратегический менеджмент** — средство обеспечения выполнения фирмой своей миссии. Целеполагание — самый трудный и ответственный этап планирования. Сформулировать миссию фирмы — наиболее важное решение для ее основателей и высших менеджеров. Изменение миссии фактически означает закрытие прежней фирмы и открытие на ее

месте новой, пусть даже под тем же названием. Миссия — стержень фирмы, наиболее устойчивая часть ее организма. (Отметим, что фирму надо сравнивать с живым организмом, а не с бездушной мертвой машиной!)

**Стратегические цели.** Конкретизацией миссии фирмы являются ее стратегические цели, т.е. постоянные цели в течение долгого периода, на который осуществляется стратегическое планирование. Для фирмы «Авион» такими *целями* могут являться:

- 1) расширение сегмента рынка на трансатлантических перевозках; повышение безопасности полетов;
- 2) повышение общего и профессионального уровня подготовки личного состава (летчиков, техников, стюардесс, менеджеров и др.);
- 3) создание благоприятного социального климата в коллективе;
- 4) поддержание состава воздушного флота и наземного обеспечения на уровне не ниже, чем у конкурентов, и др.

Для фирмы «Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана» *стратегическими целями* могут являться:

- 1) повышение высокого научного уровня преподавательского состава (а для этого развитие научных исследований в вузе на мировом уровне), овладение современными технологиями преподавания, снабженными методическими материалами на бумажных и электронных носителях;
- 2) организация набора хорошо подготовленных абитуриентов, способных овладеть специальностями, преподаваемыми в институте, на уровне, который дает выпускникам необходимую конкурентоспособность на рынке труда;
- 3) создание и поддержание материально-технической базы, необходимой для осуществления высококачественного учебного процесса;
- 4) обеспечение необходимого контроля за качеством работы преподавателей и студентов и др.

Очевидно, что для стратегических целей практически невозможно дать числовые значения параметров, которые необходимо достичь, или сроков, в которые это необходимо сделать. Упрощением было бы говорить, что срок выполнения стратегической цели, скажем, 10 лет. Правильнее не определять срок, но обсуждать долгосрочное планирование на неопределенный по времени период. Некоторые стратегические цели, например достижение превосходства над конкурентами, должны выполняться постоянно.

**Задачи фирмы.** Следующим уровнем конкретизации являются задачи, которые должны быть решены для достижения той или иной стратегической цели.

Например, для фирмы «Авион» *задачами* могут являться:

- 1) выход на 99 %-й показатель прибытия самолета в срок;
- 2) создание системы ежегодной переподготовки летчиков и стюардесс;
- 3) ежегодная закупка не менее 3 современных самолетов и др.

Для фирмы «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» *задачами* могут являться:

1) обеспечение наличия не менее 20 % профессоров — докторов наук и 50 % доцентов — кандидатов наук в составе преподавателей;

2) обеспечение благоприятного возрастного состава преподавателей (например, средний возраст преподавателей не должен быть меньше 40 и больше 50 лет);

3) обеспечение регулярной научной работы преподавателей (например, каждый должен опубликовать в течение 5 лет не менее 5 научных работ и выступить не менее чем на 3 конференциях всероссийского и международного уровня);

4) в системе довузовской подготовки абитуриентов в разнообразных школах, кружках, на курсах должны ежегодно заниматься не менее чем 4 000 школьников;

5) кафедры института должны быть оснащены компьютерами, объединенными в электронную сеть, обеспечивающую электронный документооборот и электронную почту внутри института и дающую преподавателям и студентам непосредственный выход во всемирную сеть Интернет, и др.

Хотя в некоторых из перечисленных задач встречаются числовые параметры, их еще недостаточно для конкретного планирования и контроля, поэтому следующим уровнем планирования являются полностью определенные конкретные задания, степень выполнения которых может быть однозначно оценена.

**Конкретные задания.** Рассмотрим, например, приведенную выше задачу для фирмы «Авион» — выход на 99 %-й показатель прибытия самолета в срок. Прежде всего необходимо добавить срок выполнения, например в течение 2 лет. Тогда задача становится конкретным заданием, для выполнения которого необходим дальнейший анализ. Прежде всего по каким причинам самолеты не прибывают в срок? Некоторые причины очевидны — встречный ветер, который задерживает самолеты, боковой, который отклоняет их от оптимальной трассы, рассчитанной при отсутствии ветра, и попутный, который доставляет их в аэропорт назначения раньше срока. Для исключения влияния

ветра на момент прибытия самолета необходимо разработать алгоритмы управления воздушным судном и согласовать их с наземными службами. Можно задать и встречный вопрос — а все ли рейсы должны прибывать точно в срок? Положительный ответ очевиден, если пункт назначения — крупный аэропорт, в котором каждую минуту заходят на посадку 1–2 самолета. Если же на полевой аэродром садятся 1–2 самолета в неделю и рейс не является срочным, то, очевидно, имеет смысл пожертвовать точностью прибытия ради, например, экономии топлива или повышения безопасности рейса. Вполне разумна коррекция конкретного задания, задачи, стратегической цели или даже миссии фирмы в результате тщательного анализа при планировании.

Для фирмы «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» в качестве задачи было указано наличие не менее 20 % профессоров — докторов наук и 50 % доцентов — кандидатов наук в составе преподавателей. Чтобы превратить эту задачу в набор конкретных заданий, необходимо:

- проанализировать состав персонала на настоящий момент;
- спрогнозировать его естественное изменение (в результате выхода на пенсию преподавателей старших возрастов, перехода на другую работу иных сотрудников и др.);
- оценить возможности повышения профессионального уровня (защиты диссертаций) для конкретных сотрудников, а также возможности привлечения нового персонала.

После этого можно будет спланировать активную кадровую политику и оценить ее результаты по повышению профессионального уровня персонала. Достижима ли вообще поставленная задача? А если достижима, то в какие сроки? И после всего описанного анализа должен быть утвержден конкретный план мероприятий.

Мы обсудили всю пирамиду планирования — от вершины (миссии) через второй слой — стратегические цели (их обычно не более 10) и третий — задачи (на достижение стратегических целей могут быть направлены десятки задач, так что общее число задач фирмы может быть оценено как 100) до подножия — конкретных заданий. Для решения каждой задачи может понадобиться десяток конкретных заданий, так что общее число конкретных заданий, выполняемых в сколько-нибудь крупной фирме, — тысячи. Технология планирования, разобранный в гл. 1.2, позволяет превратить тысячи отдельных конкретных заданий в общий план работы фирмы, сбалансированный по материальным, кадровым и финансовым затратам. Этот план весьма конкретен на

ближайшее время (скажем, на год) и переходит ко все более общим (неконкретным, неопределенным, расплывчатым) формулировкам при удалении в будущее.

**Стрела «Настоящее — Будущее».** Как уже отмечалось, ранее был подробно разобран процесс планирования. В случае стратегического менеджмента особенностью этого процесса является устремленность в далекое будущее. Мы двигаемся от частного к общему, что соответствует движению от суеты настоящего к дальнему горизонту планирования — горным вершинам будущего:

*конкретные задания — задачи — стратегические цели — миссия фирмы.*

При этом при движении от подножия пирамиды планирования к ее вершине вопросы, на которые мы отвечаем, меняются так:

*Что конкретно надо сделать? — Чего в целом необходимо добиться? — Зачем мы работаем?*

При движении от ближайших сроков к далекой перспективе мы проходим следующие этапы планирования:

*оперативное планирование — бизнес-планирование — разработка стратегии.*

Под **оперативным планированием** понимают планы на ближайшее время, связанные прежде всего с выполнением текущих работ по уже имеющимся договорам (заказам). Оперативное планирование обычно бывает краткосрочным — что-то между одним днем и одним годом.

«Далекая перспектива» относится к анализу и планированию изменений, которые должны закончиться очень нескоро, скажем, лет через десять. Именно таков типовой срок от идеи до выпуска новой марки автомобиля или самолета.

В промежутке между долгосрочным и краткосрочным планированием лежит среднесрочное планирование — обычно на 3–5 лет, а между стратегическим и оперативным планированием — бизнес-планирование, отвечающее на вопрос: «Что мы будем делать, выполнив все имеющиеся заказы?».

**Сравнение стратегического и оперативного менеджмента.** Стратегическое планирование — основа стратегического управления. Кроме функции прогнозирования и планирования, «включаются» другие основные функции менеджмента, рассмотренные в гл. 1.2. Сравнение стратегического и оперативного менеджмента по девяти признакам представлено в табл. 1.2, взятой из монографии [1].

## Сравнение стратегического и оперативного менеджмента

Признаки	Стратегический менеджмент	Оперативный менеджмент
Иерархические ступени	В основном на уровне высшего руководства	Включает все уровни с основным упором на среднее звено управления
Неопределенность	Существенно выше	Меньше
Вид проблем	Большинство проблем не структурированы	Относительно хорошо структурированы
Временной горизонт	Акцент на долгосрочные, а также на средние и краткосрочные аспекты	Акцент на кратко- и среднесрочные аспекты
Потребная информация	В первую очередь из внешней среды	В первую очередь из самого предприятия
Альтернативы планов	Спектр альтернатив в принципе широк	Спектр ограничен
Охват	Концентрация на отдельных важных позициях	Охватывает все функциональные области и интегрирует их
Степень детализации	Невысокая	Относительно большая
Основные контролируемые величины	Потенциалы успеха (например, рост доли рынка)	Прибыль, рентабельность, ликвидность

К оперативному менеджменту относится, например, и распределение прибыли между дивидендами и фондом развития предприятия. Здесь налицо конфликт между сиюминутными интересами акционеров и стратегическим развитием фирмы. Ясно, что любые инвестиции и расходы на разработку и внедрение новшеств уменьшают прибыль текущего года. Но без таких расходов предприятие обречено на потерю конкурентоспособности в будущем.

Менеджеры довольно часто являются совладельцами предприятия. Почему акционеру выгодно получать зарплату? Потому что на величину зарплаты уменьшается прибыль, а потому и налог на прибыль. Поскольку с дивидендов и с зарплаты берется один и тот же подоходный налог (в процентном

отношении), а ставка подоходного налога меньше ставки налога на прибыль, то «перекачка» денег в зарплату увеличивает доход менеджера (и, соответственно, уменьшает отчисления в бюджет).

**Экспертные методы в стратегическом менеджменте.** Что будет через десять лет? Достаточно вдуматься в эту постановку вопроса, проанализировать, как десять лет назад мы представляли себе сегодняшний день, чтобы понять, что стопроцентно надежных прогнозов просто не может быть. Вместо утверждений с конкретными числами можно ожидать лишь качественных оценок. Тем не менее мы должны принимать решения, последствия которых скажутся через десять, двадцать и т.д. лет. Как быть? Остается обратиться к методам экспертных оценок (гл. 3.4).

#### **1.4.2. Проблема горизонта планирования в стратегическом менеджменте**

Продолжим начатое выше обсуждение влияния выбора горизонта планирования на принимаемые решения. Отметим, что во многих реальных ситуациях продолжительность, например, инвестиционного проекта не полностью определена либо горизонт планирования инвестора не охватывает всю продолжительность реализации проекта до этапа утилизации. В таких случаях важно изучить влияние горизонта планирования на принимаемые решения.

Рассмотрим условный пример. Предположим, я являюсь владельцем завода. Если горизонт моего планирования 1 месяц, то наибольший денежный доход я получу, продав предприятие (включая здания, сырье, технологическое оборудование, землю, на которой стоит предприятие, — если, конечно, я имею право ее продать). Если же планирую на год, то я сначала понесу затраты, закупив сырье и оплатив труд рабочих, и только затем, продав продукцию, получу прибыль. Если я планирую на 10 лет, то пойду на крупные затраты, закупив лицензии и новое оборудование, с целью увеличения дохода в дальнейшие годы. При планировании на 30 лет имеет смысл вложить средства в создание и развитие собственного научно-исследовательского центра, и т.д.

Подчеркнем — реальные инвестиции (в основные фонды — в здания, оборудование, в конструкторские разработки и т.д.), которые окупятся в следующие годы, в текущем году ухудшат многие финансово-хозяйственные показатели работы предприятия, сократят его прибыль, уменьшат показатели рентабельности, в итоге акционеры получат — в данном году — меньше.

Таким образом, популярное утверждение «фирма работает ради максимизации прибыли» или «цель фирмы — максимизация прибыли» не имеет точного смысла. За какой период максимизировать прибыль — за месяц, год, 10 или 30 лет? От горизонта планирования зависят принимаемые решения. Понимая это, ряд западных экономистов отказываются рассматривать фирмы только как инструменты для извлечения прибыли, предпочитают смотреть на них как на квазиживые существа, старающиеся обеспечить продолжение своего существования и дальнейшее развитие. Соответственно с этим стратегический менеджмент исходит из понятий «миссия фирмы», «стратегические цели» (например, стратегическая цель может иметь вид: «повысить долю рынка, контролируемую фирмой»), которые невозможно непосредственно выразить в денежных единицах (подробнее об этом см., например, [2]).

Прежде чем обсуждать непосредственно влияние горизонта планирования на принимаемые менеджером решения, рассмотрим некоторые используемые при принятии решений оптимизационные модели (методам оптимизации посвящена гл. 3.2).

**Характеризация моделей с дисконтированием.** Пусть для простоты изложения время принимает дискретные значения. Тогда развитие экономической ситуации описывается последовательностью  $x_1, x_2, \dots, x_m$ , где переменные  $x_j$  лежат в некотором пространстве  $X$ , возможно, достаточно сложной природы. Надо отметить также, что положение в следующий момент не может быть произвольным, оно связано с положением в предыдущий момент. Проще всего принять, что существует некоторое множество  $K$ , такое, что  $(x_j, x_{j+1}) \in K$ ,  $j = 1, 2, \dots, m-1$ . Результат экономической деятельности за  $j$ -й период описывается величиной  $f_j(x_j, x_{j+1})$ . Зависимость не только от начального и конечного положения, но и от номера периода объясняется тем, что через номер периода осуществляется связь с общей экономической ситуацией. Желая максимизировать суммарные результаты экономической деятельности, приходим к постановке стандартной задачи динамического программирования:

$$F_m(x_1, x_2, \dots, x_m) = \sum_{1 \leq j \leq m-1} f_j(x_j, x_{j+1}) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$(x_j, x_{j+1}) \in K, \quad j = 1, 2, \dots, m-1.$$



Таким образом, необходимо выбрать план  $(x_1, x_2, \dots, x_m)$ , удовлетворяющий приведенным ограничениям, на котором достигается максимума функционал  $F_m$ . Естественно, предполагается, что множество возможных переходов  $K$  таково, что область определения функционала  $F_m$  не пуста. При обычных математических предположениях максимум достигается.

Как известно, задача (1) часто возникает во многих прикладных экономических и эконометрических областях, в макроэкономике, в логистике (управлении запасами) (см., например, монографию [3]).

Широко предлагаются, исследуются и применяются модели, приводящие к следующему частному случаю задачи (1):

$$F_m(x_1, x_2, \dots, x_m) = \sum_{1 \leq j \leq m-1} \alpha^{j-1} f(x_j, x_{j+1}) \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$(x_j, x_{j+1}) \in K, \quad j = 1, 2, \dots, m-1.$$

Это модели с дисконтированием (как известно,  $\alpha$  — дисконт-фактор). Естественно попытаться выяснить, какими «внутренними» свойствами выделяются задачи типа (2) из всех задач типа (1). В частности, почему такой большой популярностью пользуется характеристика инвестиционного проекта NPV (Net Present Value — чистая текущая стоимость), относящаяся к характеристикам дисконтированного типа и подробно рассматриваемая ниже (гл. 2.3).

Представляет интерес изучение и сравнение между собой планов возможного экономического поведения на  $k$  шагов  $X_1 = (x_{11}, x_{21}, \dots, x_{k1})$  и  $X_2 = (x_{12}, x_{22}, \dots, x_{k2})$ . (Естественно, предполагаем, что все пары соседних элементов входят в множество  $K$ .) Сравнение целесообразно проводить с помощью описывающих результаты экономической деятельности функций, участвующих в задачах (1) и (2). Будем говорить, что план  $X_1$  лучше плана  $X_2$  при реализации с момента  $i$ , если:

$$f_i(x_{11}, x_{21}) + f_{i+1}(x_{21}, x_{31}) + \dots + f_{i+k-1}(x_{(k-1)1}, x_{k1}) > \\ > f_i(x_{12}, x_{22}) + f_{i+1}(x_{22}, x_{32}) + \dots + f_{i+k-1}(x_{(k-1)2}, x_{k2}). \quad (3)$$

Будем писать  $X_1 R(i)X_2$ , если выполнено неравенство (3), где  $R(i)$  — бинарное отношение на множестве планов, задающее упорядочение планов отношением «лучше».

Ясно, что упорядоченность планов на  $k$  шагов, определяемая с помощью бинарного отношения  $R(i)$ , может зависеть от  $i$ , т.е. «хорошесть» плана зависит от того, с какого момента  $i$  он начинает осуществляться. С точки зрения

реальной экономики это вполне понятно. Например, планы действий, вполне рациональные для периода стабильного развития, никуда не годятся в период гиперинфляции. И наоборот, приемлемые в период гиперинфляции операции не принесут эффекта в стабильной обстановке.

Однако, как легко видеть, в моделях с дисконтированием (2) все упорядочения  $R(i)$  совпадают,  $i = 1, 2, \dots, m-k$ . Оказывается — это и есть основной теоретический результат настоящего подпункта — верно и обратное: если упорядочения совпадают, то мы имеем дело с задачей (2) — с задачей с дисконтированием, причем достаточно совпадения только при  $k=1, 2$ . Сформулируем более подробно предположения об устойчивости упорядочения планов.

(I). Пусть  $(x, y) \in K$ ,  $(x', y') \in K$ . Верно одно из двух: либо

$$f_i(x, y) > f_i(x', y')$$

для всех  $i = 1, 2, \dots, m-1$ ; либо

$$f_i(x, y) \leq f_i(x', y')$$

для всех  $i = 1, 2, \dots, m-1$ .

(II). Пусть  $(x, y) \in K$ ,  $(y, z) \in K$ ,  $(x', y') \in K$ ,  $(y', z') \in K$ . Верно одно из двух: либо

$$f_i(x, y) + f_{i+1}(y, z) > f_i(x', y') + f_{i+1}(y', z')$$

для всех  $i = 1, 2, \dots, m-2$ ; либо

$$f_i(x, y) + f_{i+1}(y, z) \leq f_i(x', y') + f_{i+1}(y', z')$$

для всех  $i = 1, 2, \dots, m-2$ .

Как впервые подробно показано в работах [4, 5], при некоторых внутриматематических условиях регулярности из условий устойчивости упорядоченности планов (I) и (II) следует существование констант  $\alpha > 0$  и  $d_j$ ,  $j = 2, \dots, m-1$ , таких, что:

$$f_j(x, y) = \alpha^{j-1} f_1(x, y) + d_j, \quad j = 2, \dots, m-1.$$

Поскольку прибавление константы не меняет точку, в которой функция достигает максимума, то последнее соотношение означает, что условия устойчивости упорядоченности планов (I) и (II) характеризуют (другими словами, однозначно выделяют) модели с дисконтированием среди всех моделей динамического программирования.

Математические условия, при которых доказывалась теорема о характеристике моделей с дисконтированием, постепенно ослаблялись на протяжении 1970-х гг. (см. об этом в [6]), однако на экономическую сторону дела эти внутриматематические усовершенствования не влияли.

**Асимптотически оптимальные планы.** Рассмотрим модель (2) с  $\alpha = 1$ , т.е. модель без дисконтирования:

$$F_m(x_1, x_2, \dots, x_m) = \sum_{1 \leq j \leq m-1} f(x_j, x_{j+1}) \rightarrow \max, \quad (4)$$

$$(x_j, x_{j+1}) \in K, \quad j = 1, 2, \dots, m-1.$$

При естественных математических предположениях, на которых не будем останавливаться, при каждом  $m$  существует оптимальный план  $(x_1(m), x_2(m), \dots, x_m(m))$ , при котором достигает максимума оптимизируемая функция. Поскольку выбор горизонта планирования нельзя рационально обосновать, хотелось бы построить план действий, близкий к оптимальному при различных горизонтах планирования. Это значит, что целью является построение бесконечной последовательности  $(y_1, y_2, \dots)$ , такой, что ее начальный отрезок длины  $m$ , т.е.  $(y_1, y_2, \dots, y_m)$ , дает примерно такое же значение оптимизируемого функционала, как и значение для оптимального плана  $(x_1(m), x_2(m), \dots, x_m(m))$ . Бесконечную последовательность  $(y_1, y_2, \dots)$  назовем асимптотически оптимальным планом.

Выясним, можно ли использовать для построения асимптотически оптимального плана непосредственно оптимальный план. Зафиксируем  $k$  и рассмотрим последовательность  $x_k(m)$ . Нетрудно построить примеры, показывающие, что, во-первых, элементы в этой последовательности будут меняться; во-вторых, они могут не иметь пределов. Следовательно, оптимальные планы могут вести себя крайне нерегулярно, а потому в таких случаях их нельзя использовать для построения асимптотически оптимальных планов.

Тем не менее можно доказать (соответствующая экономико-математическая теория развита в [3, 6, 7]), что асимптотически оптимальные планы существуют, т.е. можно указать такие бесконечные последовательности  $(y_1, y_2, \dots)$ , что:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{F_m(x_1(m), x_2(m), \dots, x_m(m))}{F_m(y_1, y_2, \dots, y_m)} = 1.$$

С помощью такого подхода решается проблема горизонта планирования — надо использовать асимптотически оптимальные планы, не зависящие от горизонта планирования. Интересно, что оптимальная траектория движения состоит из трех участков — начального, конечного и основного, а основной участок — это движение по магистрали. Полная аналогия с движением автотранспорта: чтобы попасть куда-либо, нужно сначала выехать на магистраль (шоссе), подъехать по хорошей дороге возможно ближе к цели, потом преодолеть заключительный участок.

### **1.4.3. Некоторые методы принятия решений в стратегическом менеджменте**

Рассмотрим несколько широко используемых практических инструментов принятия решений в стратегическом менеджменте [8].

**Информация и инструменты стратегического планирования.** Исходными пунктами стратегического планирования являются:

- структура конкурентов;
- структура рынков сбыта;
- тенденции технического развития и эволюции моды;
- структура рынков снабжения;
- правовая, социальная, технологическая, экономическая, экологическая и политическая окружающая среда;
- собственные сильные и слабые стороны.

На основе перечисленных данных в соответствии с миссией фирмы выбираются цели на длительную перспективу и анализируются ресурсы, которые для этого необходимы. Инструментами стратегического планирования являются, кроме упомянутого выше метода экспертных оценок, анализ «разрывов», анализ шансов и рисков (сильных и слабых сторон), анализ портфеля, метод проверочного списка, метод оценки по системе баллов, концепция жизненного цикла товара и иные методы прогнозирования, планирования и принятия решений.

При анализе «разрывов» сравнивают **три возможных сценария развития фирмы:**

- какого оборота (прибыли и других характеристик работы предприятия) можно достичь, если в будущем в процессе продаж ничего не изменится (сценарий А);

– какого оборота можно достичь, если попытаться при максимальном напряжении сил проникнуть более интенсивно с существующим продуктом на существующие рынки (сценарий Б);

– если дополнительно (к сценарию Б) развивать новые продукты и/или новые рынки (сценарий В).

Разницу между результатами по сценариям Б и А называют оперативным разрывом, а между результатами по сценариям В и Б — стратегическим разрывом. Эта терминология подчеркивает роль нововведений в стратегическом плане фирмы — разработки новых продуктов, или выхода на новые рынки, или и того и другого вместе.

**Матрица портфеля Бостонской консалтинговой группы.** В стратегическом планировании может оказаться полезным анализ портфеля предприятия (табл. 1.3). Надо иметь в виду, что речь идет о стратегическом планировании не для всего предприятия, а для его «стратегических подразделений». Они выделяются комбинациями «продукт — рынок», которые:

– однородны, т.е. нацелены на определенный достаточно однородный круг потребителей;

– могут действовать независимо от других подразделений предприятия;

– распоряжаются достаточно большой долей рынка, чтобы проведение исследований по разработке специфической стратегии было выгодным.

*Таблица 1.3*

### **Матрица портфеля Бостонской консалтинговой группы**

<b>Высокий</b>	1. Звезды	3. Знак вопроса
<b>Низкий</b>	2. Дойные коровы	4. Собаки
<b>Рост спроса / рыночная доля</b>	Высокая	Низкая

Внеся товары (с учетом их доли в обороте фирмы) в соответствующие клетки табл. 1.3, можно рассчитать долю особо успешных товаров типа 1 (Звезды), которые, возможно, нуждаются в дальнейшем финансировании для увеличения и закрепления успеха. Хотя рост спроса на товары типа 2 (Дойные коровы) низок, но из-за большой доли рынка они могут еще долго приносить хороший доход на маломеняющихся (стагнирующих) рынках. Судьба товаров типа 3 (Знак вопроса) неясна. Оправданы ли большие финансовые затраты на расширение их доли на рынке? Товары типа 4 (Собаки) «зарабатывают» лишь себе на жизнь.

На основе анализа табл. 1.3 можно проанализировать *несколько возможных стратегий*:

- «строить», т.е. «знаки вопроса» переводить в «звезды»;
- «держаться», т.е. «дойные коровы» должны удерживать свои доли рынка и стремиться к росту прежде всего для поддержки «звезд» и «знаков вопроса»;
- «собрать урожай», т.е., не принимая во внимание долгосрочные последствия, снимать сиюминутные сливки (при этом идет речь о «слабых» — «дойных коровах», «собаках» и «знаках вопроса»);
- «выселяться», т.е. «собаки» и «знаки вопроса» забираются с рынка (перестают выпускаться), поскольку они ничего не приносят и не ожидается их рост, и т.д.

При определении целей и стратегий дальнейшего развития стратегические подразделения нуждаются во взаимной координации, однако без подавления их самобытности (другими словами, со стороны руководства фирмы должно осуществляться контролируемое децентрализованное руководство). Руководство фирмы должно направить отдельные подразделения на привлекательные рынки, обнаружить и использовать синергетический эффект от их взаимодействия и рационально распределить ресурсы. Так, руководство фирмы должно способствовать тому, чтобы «дойные коровы» передали часть дохода «звездам».

В табл. 1.3 сопоставлены такие характеристики выпускаемого товара, как «рост спроса» и «доля рынка». Ясно, что высокий рост соответствует ранней стадии жизненного цикла товара, а низкий — поздней стадии. Обычно высокая доля рынка сигнализирует о продолжительном периоде получения прибыли, а низкая — о коротком. Так, высокая доля рынка может быть из-за слабой конкуренции. Рыночный лидер может иметь преимущество в издержках на одно изделие — эффект масштаба производства!

**Методы списка и суммарной оценки.** Широко используемыми и весьма полезными инструментами стратегического планирования являются также метод проверочного списка и метод оценки по системе баллов. Первый из них весьма прост. Выделяется некоторое количество «факторов успеха» и всем рассматриваемым проектам даются оценки (например, с помощью комиссии экспертов) по этим факторам. Например, в табл. 1.4 представлен бланк проверочного списка для проектов, состоящих в организации выпуска тех или иных товаров (стратегии типа «продукт — рынок»).

## Пример проверочного списка

Продукты Факторы	А	Б	В
Степень инноваций	хорошо	средне	плохо
Число возможных покупателей	плохо	хорошо	средне
Готовность к кооперации в торговле	средне	хорошо	хорошо
Барьеры для вхождения новых продавцов	хорошо	плохо	плохо
Обеспеченность сырьем	плохо	средне	хорошо

Обратите внимание, что оценки даются в качественном виде (измерены в порядковой шкале — см. ниже в гл. 3.4). Любая количественная определенность была бы при подобных оценках лишь иллюзией.

Целесообразно разделить факторы на «обязательные», «необходимые» и «желательные», т.е. ввести веса факторов, выраженные в качественном виде. Правило принятия решения может иметь вид: «Форсируй планирование тех стратегий типа “продукт — рынок”, при которых все обязательные факторы и по меньшей мере два необходимых соответствуют оценке “хорошо”».

Методу проверочного списка, в котором как оценки отдельных факторов, так и веса факторов и способы принятия решений имеют качественный характер, соответствует количественный двойник — метод суммарной оценки.

Конечно, с числами оперировать гораздо легче, чем с качественными оценками. Недаром математики обычно рвутся «оцифровать» качественные факторы и веса. Но при этом, как мы знаем из теории измерений (см. ниже гл. 3.4), в окончательные выводы может быть внесен субъективизм, связанный с выбором способа «оцифровки» качественных оценок и весов. Обратите внимание в связи со сказанным на обсуждение методов принятия решений, основанных на применении оценок экспертов (гл. 3.4), где, в частности, даны рекомендации по снижению субъективизма в выборе весов факторов в единой суммарной оценке.

Рассмотрим условный пример по вычислению и использованию единой суммарной оценки. Пусть оценки факторов 1 и 2 для продуктов А и Б даны в табл. 1.5 (для простоты изложения мы опускаем способы получения численных значений в табл. 1.5 и не рассматриваем погрешности этих значений).

Для получения суммарной оценки необходимо знать веса факторов. Пусть фактор 1 оценивается экспертами как вдвое более важный, чем фактор 2. Поскольку сумма весов факторов должна составлять 1, то вес фактора 1 есть 0,67, а фактора 2 — 0,33.

## Метод суммарной балльной оценки

Продукты Факторы	А	Б
1	40 %	90 %
2	50 %	20 %

Суммарная оценка по продукту А равна:

$$0,67 \times 40 \% + 0,33 \times 50 \% = 26,8 \% + 16,5 \% = 43,3 \%,$$

а суммарная оценка по продукту Б равна:

$$0,67 \times 90 \% + 0,33 \times 20 \% = 60,3 \% + 6,6 \% = 66,9 \%.$$

Однако получение суммарных оценок — только этап процесса принятия решений. Нужен еще критерий отбора — какими продуктами заниматься, а какими нет. Простейшая формулировка состоит в задании границы. Если суммарная оценка продукта больше этой границы, то связанная с ним работа по планированию продолжается, если же нет — он исключается из рассмотрения как малоперспективный. Если в рассматриваемом случае такая граница выбрана на уровне 55 %, то работа над продуктом А прекращается, а над продуктом Б продолжается.

Отметим, что принятие решения на основе границы несколько снижает влияние конкретных правил оцифровки. Например, если для продукта А оценки по факторам А и Б поднимутся на 10 % и достигнут соответственно значений 50 % и 60 %, то суммарная оценка окажется равной:

$$0,67 \times 50 \% + 0,33 \times 60 \% = 33,5 \% + 19,8 \% = 53,3 \%,$$

т.е. общее решение не меняется, продукт А остается среди малоперспективных.

**Менеджер — главное лицо в перспективном планировании.** Если прогнозирование — научно-исследовательская работа, ее результаты можно сравнить с прожектором, освещающим основные черты грядущего, то планирование — частный вид принятия решений. Для стратегического планирования и управления могут быть использованы не только те методы подготовки и принятия решений, о которых говорится выше в настоящей главе, но и весь арсенал современной теории принятия решений [9–14].

Однако все эти простые или хитроумные компьютерные приемы — лишь подспорье для менеджера. Именно он несет ответственность за судьбу фирмы, и именно на свое знание дела, на свою интуицию он должен полагаться при принятии решений в стратегическом менеджменте [2, 8].



На государственном уровне процедуры стратегического планирования нормируются Федеральным законом от 28.06.2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» [15].

### **Список использованной литературы**

1. Карминский А.М., Фалько С.Г., Жевага А.А. и др. Контроллинг : учебник. — 3-е изд., дораб. — Москва : Инфра-М, 2013. — 336 с.
2. Орлов А.И. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование : учебное пособие для вузов. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. — 475 с.
3. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.
4. Orlov A. Sur la stabilite dans les modeles economiques discrets et les modeles de gestion des stocks // Publications Econometriques. — 1977. — № 10. — P. 63–81.
5. Орлов А.И. Характеризация моделей с дисконтированием // Научный журнал КубГАУ. — 2019. — № 153. — С. 202–218.
6. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. — Москва : Наука, 1979. — 296 с.
7. Орлов А.И. Существование асимптотически оптимальных планов в дискретных задачах динамического программирования // Научный журнал КубГАУ. — 2020. — № 155. — С. 147–163.
8. Шмален Г. Основы и проблемы экономики предприятия. — Москва : Финансы и статистика, 1996. — 512 с.
9. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга / перевод с немецкого. — Москва : Финансы и статистика, 1997. — 800 с.
10. Руденко М.Н., Оборина Е.Д., Письменников Д.Н. Стратегическое планирование : учебное пособие. — Пермь : ПГНИУ, 2014. — 96 с.
11. Одинцова Л.А. Планирование на предприятии. — Москва : Академия, 2009. — 266 с.
12. Кузнецов А.И., Омельченко И.Н. Технология бизнес-планирования. — Москва : МГТУ. — 190 с.
13. Власова Л.Г., Гончаров Д.И. Основы оперативно-производственного планирования с использованием информационной системы «1С:ERP Управление предприятием». — Москва : 1С-Публишинг, 2020. — 236 с.

14. Орлов А.И. Теория принятия решений : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.

15. Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» // ЭПС «Система ГАРАНТ».

16. Орлов А.И. Новый подход к изучению устойчивости выводов в математических моделях // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — № 100. — С. 146–176.

17. Орлов А.И. Устойчивые математические методы и модели // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. — 2010. — № 3. — С. 59–67.

18. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Определение приоритетности реализации НИОКР на предприятиях ракетно-космической отрасли // Контроллинг. — 2020. — № 2 (76). — С. 58–65.

19. Лындина М.И., Орлов А.И. Математическая теория рейтингов // Научный журнал КубГАУ. — 2015. — № 114. — С. 1–26.

20. Подиновский В.В. Идеи и методы теории важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. — Москва : Наука, 2019. — 103 с.

21. Подиновский В.В. Многокритериальные задачи принятия решений: теория и методы анализа : учебник для вузов. — Москва : Юрайт, 2022. — 486 с.

### **Контрольные вопросы**

1. Расскажите о пирамиде планирования в стратегическом менеджменте.
2. Сравните стратегический и оперативный менеджмент.
3. Чем выделяются модели с дисконтированием среди всех моделей динамического программирования?
4. Почему оправдано использование асимптотически оптимального плана?
5. Расскажите о содержании и использовании матрицы портфеля Бостонской консалтинговой группы.
6. Чем отличаются методы проверочного списка и суммарной оценки?

### **Темы докладов и рефератов**

1. Опишите пирамиду планирования для какой-либо известной Вам фирмы.
2. Соотношение оптимальных и асимптотически оптимальных планов.
2. Инструменты стратегического менеджмента.

3. Проблема устойчивости выводов (по отношению к малым отклонениям исходных данных и субъективным «оцифровкам» качественных оценок) при решении проблем стратегического менеджмента (по [3, 6, 16, 17]).

4. Методы построения суммарной оценки проекта по оценкам отдельных факторов [14, 18].

5. Способы выбора весовых коэффициентов в задачах стратегического менеджмента [19–21].

## 1.5. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Среди основных функций управления (по Анри Файолю) выделено создание организационных структур. Продолжим обсуждение этой функции менеджмента, начатое в гл. 1.2. Сначала рассмотрим многообразие мира организаций.

### 1.5.1. Виды организаций

Выделяют *два вида организационных процессов* — функционирование и развитие. *Функционирование* обеспечивает сохранение организации на основе обмена со средой ресурсами, энергией, информацией. *Развитие* создает условия: преобразования организации в соответствии с требованиями среды; восстановления нарушенного равновесия; перехода к новому качественному состоянию.

**Организация** — это структурированная общность людей (участников организации), имеющая общие цели и общее руководство. Ключевые слова здесь — структура, цели, руководство. Примерами являются промышленные предприятия, организации сферы услуг, государственные и муниципальные структуры управления, общественные организации, объединения и партии, спортивные общества, семьи, дружеские компании, неформальные творческие коллективы и т.д. Важно управлять и самим собой.

В литературе встречаются различные по форме определения используемых в настоящем учебнике понятий. Например: «Организация — это систематизированное, сознательное объединение действий людей, преследующих достижение определенных целей» [1]. Сопоставление формулировок различных авторов представляется неплодотворным.

В соответствии с отношением к своим участникам организации делятся на первичные и вторичные. Первичная организация является внешней данно-

стью. Она обладает собственными целями, которые навязываются людям, имеет абсолютный постоянный приоритет над участниками и наделяет их ресурсами. Примером является типовое государственное учреждение.

Вторичная организация создается самими участниками. Она служит их целям. Участники наделяют ее ресурсами. Среди вторичных организаций выделяют корпоративные и ассоциативные. Корпоративная получает временный приоритет над участниками для решения текущих проблем. Примером служит акционерное общество или общество с ограниченной ответственностью. Ассоциативная не обладает приоритетом над участниками, отношения являются партнерскими. Примерами являются клуб, коллектив ученых вокруг научного семинара, дружеская компания.

Выделяют механические и органические организации. Сравнение с точки зрения особенностей функционирования и структуры проведено в табл. 1.6.

*Таблица 1.6*

### **Сравнение механических и органических организаций**

<b>Признаки</b>	<b>Механическая организация</b>	<b>Органическая организация</b>
Структура и границы	Неизменные	Гибкие и меняющиеся
Связи между элементами	Жесткие «вертикальные»	Как «вертикальные», так и «горизонтальные»
Самостоятельность элементов	Ограниченная	Высокая
Специализация	Узкая	Широкая
Иерархичность	Сильная	Слабая
Сферы деятельности	Традиционные	Связанные с инновациями
Размеры	Крупные и средние	Средние и мелкие

Деление организаций на официальные и неофициальные (табл. 1.7) связано с их правовым положением. Отметим, что официальную организацию можно рассматривать как набор должностей, связанных между собой производственными отношениями. Для неофициальных организаций важны личности, а не должности. К таким организациям относятся, например, дружеская компания, совокупность пользователей Интернета или организованная преступная группа. Неофициальная организация может быть весьма разветвленной и могущественной, скажем, как итальянская мафия.

### Виды организаций (в соответствии со статусом)

Признаки	Официальная организация	Неофициальная организация
Особенности возникновения	Согласно правовому акту	Правовая незакрепленность
Субъекты	Должности	Личности
Характер связей	Предписанный (между должностями)	Свободный (между личностями)
Основы регулирования	Правовые нормы	Традиции, обычаи
Причины создания	Достижение официально объявленных целей в соответствии с потребностями организации	Удовлетворение личных потребностей участников в поддержке, общении, информации

### 1.5.2. Организация как совокупность структур

Выделяют организационные, управленческие, социальные, коммуникационные, технологические структуры. Их описания приведены в табл. 1.8.

### Виды структур

Вид структуры	Описание
Организационная	Совокупность подразделений
Управленческая	Совокупность органов управления
Социальная	Совокупность работников, объединенных с учетом пола, возраста, профессии, образования, взаимных симпатий и антипатий
Коммуникационная	Совокупность каналов, по которым осуществляется взаимодействие членов организации, обмен информацией
Технологическая	Совокупность оборудования, материальных и энергетических потоков.

**Функциональная структура** организации основана на объединении видов деятельности по родственным группам (функциям). *Элементами функциональной структуры являются:*

1) производственные подразделения — основные, вспомогательные, обслуживающие, экспериментальные;

2) управленческие подразделения — административные, информационные, сервисные, а также научно-исследовательские и совещательные (например, Совет главных специалистов предприятия);

3) социальные подразделения — столовая, клуб, база отдыха, поликлиника.

Под **подразделением** понимается официально созданная группа работников, выполняющая действия по достижению поставленной частной цели. На практике используют **различные принципы** выделения подразделений фирмы (предприятия):

– количественный (исходя из числа людей, необходимого для осуществления данной деятельности);

– временной (исходя из числа людей, необходимого для выполнения работ за определенный период времени);

– технологический (исходя из числа людей, необходимого для обслуживания технологического процесса);

– профессиональный (исходя из числа людей одной профессии, необходимого для выполнения данной работы).

Примерами подразделений являются бригады в артели грузчиков, вахты внутри экипажа судна, цеха промышленного предприятия, кафедры высшего учебного заведения.

Структуру управления, основанную на выделении достаточно самостоятельных подразделений, называют **дивизиональной**. Название происходит от англ. *division* — деление, разделение; отдел, отделение, раздел, часть; дивизия. Используются **следующие принципы** создания подразделений в рамках дивизиональной структуры (принципы обособления):

– рыночный (удовлетворение потребностей в продукции и услугах определенной группы клиентов);

– территориальный (удовлетворение потребностей в продукции и услугах клиентов на определенной территории);

– продуктовый (удовлетворение потребностей клиентов в продукции и услугах данного вида);

– инновационный (освоение и производство принципиально новой продукции и услуг).

Типы связей между предприятиями, входящими в дивизиональную организационную структуру, могут быть различными. В акционерном холдинге, когда материнская фирма владеет контрольными пакетами акций остальных

фирм, связи являются финансовыми. В акционерном обществе с дочерними компаниями к финансовым связям добавляются технологические, а непосредственно в акционерном обществе — еще и административные.

**Адаптивными организационными структурами** называют структуры, которые быстро приспосабливаются к требованиям внешней и внутренней среды. Среди них обычно выделяют проектные, матричные, программно-целевые, фрагментарные.

**Проект** — группа видов деятельности, направленных на решение разовой задачи. Достоинства проектных структур — высокая целевая ориентация, специализация, концентрация необходимых ресурсов. Их недостатки — связанность ресурсов до завершения работ, трудность нахождения применения высвобождающимся ресурсам вследствие их уникальности.

**Матричная организационная структура** — это совокупность временных рабочих групп (проектов) в рамках организации или подразделения. Ее достоинства — позволяет быстро маневрировать ресурсами; обеспечивает высокую целевую ориентацию работ. Недостатки — трудна в формировании и управлении; непригодна для работы в критических ситуациях.

**Программно-целевая организационная структура** — совокупность подразделений, связанных с выполнением целевых комплексных программ (ЦКП). Если работа в данный момент времени ведется только по одной конкретной программе, то программно-целевая организационная структура — разновидность проектной структуры. Если работа по программе является дополнением к основной деятельности, то разновидность матричной структуры.

**Фрагментарная организационная структура** — совокупность автономных и полуавтономных подразделений (бригад, комитетов, комиссий, творческих групп), работающих самостоятельно над не связанными друг с другом проблемами, например, инновационного характера. Пример — выполнение фундаментальных научно-исследовательских работ в рамках академического НИИ.

### 1.5.3. Функционирование управленческих структур

**Управленческая структура** — упорядоченная совокупность субъектов управления (подразделений, должностей) и связей между субъектами управления.

На управленческую структуру влияют различные факторы. Прежде всего — масштабы и организационная структура организации. Большое значение имеют характер деятельности организации и территориальное размещение подразделений, особенности специализации производства и используемые

технологии. Весьма существенны сложившиеся затраты на управление, наличие людей, имеющих необходимую квалификацию и навыки, сложившиеся неформальные связи.

**Уровень руководства** — это место менеджера в иерархической системе управления. На высшем уровне руководства находятся первые лица — руководители организации (их называют top-managers — топ-менеджеры). Это верхушка иерархии. У них нет непосредственных начальников, зато есть подчиненные — управленцы (т.е. руководители, менеджеры). Примерами являются директор завода и главный инженер.

К нижнему уровню руководства относятся линейные менеджеры, руководящие непосредственными исполнителями. У линейных менеджеров есть непосредственные начальники, но среди их подчиненных менеджеров нет. Примеры — бригадир и мастер на одном из участков завода.

Менеджеры среднего уровня руководства подчиняются менеджерам более высокого уровня управленческой иерархии и сами имеют в подчинении менеджеров. Начальник участка и начальник цеха, в который входят несколько участков, — руководители среднего звена.

**Норма управляемости** (диапазон контроля) — число работников, которыми может эффективно управлять руководитель. На высшем уровне руководства — 3–5 человек, на среднем — 10–12 человек, на низшем — до 25–30 человек. Норма управляемости определяется содержанием работ и уровнем управления. Она влияет на число нижестоящих подразделений и число дальнейших уровней управления.

Так, узкой специализации работ в организации соответствует низкая норма управляемости. Соответственно, если организация имеет «высокую» организационную структуру, управленческая иерархия имеет много уровней (руководитель организации — руководитель управления — руководитель отдела — исполнитель).

Широкой специализации работ в организации соответствует высокая норма управляемости и соответственно «плоская» организационная структура (руководитель организации — специалисты и исполнители).

**Пример функциональной структуры управления** предприятия (в сокращении). Руководителю предприятия подчиняются заместитель по производству, заместитель по финансам и экономике, заместитель по планированию и др. Заместителю по производству подчиняются цех 1, цех 2, цех 3, цех 4. Заместителю по финансам и экономике подчиняются бухгалтерия и отдел труда и зарплаты. Заместителю по планированию подчиняются плановый отдел и отдел нормирования.



На практике используются различные разновидности функциональной структуры управления предприятием. В безцеховой структуре непосредственным руководителем начальника участка является директор. В цеховой структуре директору подчиняется начальник цеха, а ему — начальники участков. В корпусной структуре появляется новый уровень руководства, и иерархия управления выглядит так: директор — начальник корпуса (группы цехов) — начальник цеха — начальник участка.

При использовании **программно-целевой управленческой структуры** в подразделениях фирмы ведется деятельность по реализации целевой комплексной программы (ЦКП), которую координирует руководитель ЦКП.

В **матричной структуре управления** руководитель подразделения осуществляет следующие функции: административную; обеспечения ресурсами; организационного контроля, а руководитель проекта осуществляет иные функции: методологического обеспечения, координации, текущего и итогового контроля.

Функциональная структура управления имеет **ряд преимуществ**:

- сосредоточение важнейших решений на высшем уровне;
- стратегическая направленность работы и возможность проведения единой политики во всех сферах деятельности;
- четкость, рациональность, отсутствие дублирования функций;
- экономичность процесса управления.

Однако есть и **недостатки**:

- слабая координация работ подразделений;
- слабая чувствительность к научно-техническому прогрессу;
- негибкость.

Функциональная структура наиболее пригодна для управления крупными предприятиями, стабильно выпускающими однородную продукцию.

**Структура управления крупной современной фирмой с отделениями** может выглядеть так. Центром является офис главного руководителя — база работы правления и совета директоров. Центр обслуживает штаб-квартира, в которой сосредоточены функциональные службы фирмы. Региональные отделения (суперотделения) имеют свою структуру. Они состоят из групп отделений. Каждое отделение — это группа взаимосвязанных предприятий, сбытовых организаций, исследовательских центров, обособленных территориально. Наконец, структурными единицами отделений, т.е. суботделениями, являются предприятия. Управленческие структуры предприятий уже рассматривались.

#### 1.5.4. Управленческая ответственность

**Управленческая ответственность** — это необходимость давать отчет за решения и действия менеджера, а также за их последствия. Выделяют общую управленческую ответственность, которую несет руководитель за создание необходимых условий работы, и функциональную ответственность исполнителя за конкретный результат.

Как соотносятся полномочия и ответственность? Если полномочия превосходят ответственность, велика опасность административного произвола. Ситуация «полномочия меньше ответственности» влечет паралич управленческой деятельности. Если полномочия соответствуют ответственности, то работа идет нормально.

Почему необходимо распределение управленческих полномочий? Рост масштабов производства приводит к невозможности управлять в одиночку. Руководителю организации приходится идти на расщепление управленческих полномочий. Это означает распределение полномочий среди подчиненных сверху вниз.

Количественными характеристиками имеющихся у менеджера управленческих полномочий являются объемы ресурсов, которыми он может распоряжаться без согласования с вышестоящей инстанцией, и число лиц, прямо или косвенно обязанных следовать принятым им решениям.

Рассмотрим факторы, определяющие масштабы полномочий на том или ином уровне управления.

Масштабы полномочий, сосредоточенных у одного субъекта, зависят прежде всего от сложности, важности, разнообразия решаемых проблем, динамики бизнеса и размеров организации. Следует учитывать необходимость обеспечения единства действий, издержки, связанные с принятием решений, и надежность систем коммуникаций. Важны способности руководителей и исполнителей, морально-психологический климат в коллективе.

##### ***Перечислим условия эффективного распределения полномочий:***

- 1) достаточность для решения поставленных задач;
- 2) сбалансированность с полномочиями субъектов, с которыми приходится взаимодействовать;
- 3) четкость линий полномочий: каждый сотрудник должен знать:
  - от кого он получает полномочия;
  - и кому их передает;
  - перед кем он отвечает;
  - и кто перед ним.

**Централизация полномочий** означает преимущественное сосредоточение полномочий на высших уровнях управления. При этом обеспечивается стратегическая направленность управления. Принятие решений концентрируется в руках тех, кто хорошо знает общую ситуацию, устраняется дублирование управленческих функций. Однако есть и недостатки. Централизация полномочий требует больших затрат времени на передачу информации по иерархической лестнице. При этом информация может быть искажена. Решения принимают лица, плохо знающие конкретную ситуацию. Излишняя централизация сковывает процесс управления, делает его негибким.

**Децентрализация управления** — это преимущественное сосредоточение полномочий на нижних уровнях управления. Она обеспечивает гибкость и маневренность управления, снимает перегрузку центра второстепенными проблемами, сокращает информационные потоки, позволяет принимать решения лицам, хорошо знающим конкретную ситуацию. Но при этом придает решениям тактический (а не стратегический) характер, затрудняет координацию управленческой деятельности, может привести к игнорированию интересов организации в целом, к сепаратизму и в дальнейшем к разрушению организации.

Одна из основных задач руководства организации — найти «золотую середину» между централизацией и децентрализацией.

### 1.5.5. Различные схемы управления

**Функциональная схема управления** основана на том, что руководитель руководит главными специалистами (по производству, финансам, маркетингу, персоналу и др.), каждый из главных специалистов руководит каждым из руководителей подразделений, а те — своими исполнителями. Достоинством этой схемы является высокое качество решений. Недостатками являются возможная нескоординированность решений главных специалистов, их борьба за приоритет, что приводит к высокой конфликтности. В итоге возможна общая неэффективность.

В **линейно-штабной схеме управления** у каждого руководителя есть свой штаб, который участвует в выработке решений. Руководители разного уровня общаются между собой, пользуясь информацией своих штабов. Руководители подразделений руководят исполнителями. Достоинством является освобождение руководителей от анализа проблем и подготовки проектов ре-

пений. К недостаткам относится сохранение перегрузки руководителей текущими делами. Менеджеры высоких уровней управления оторваны от практики и не участвуют в реализации своих решений. Агрессивная защита своих позиций приводит к конфликтам.

На практике используют два основных способа распределения полномочий: разделенные полномочия (руководитель передает полномочия подчиненному, оставляя за собой общий контроль), поглощенные полномочия (руководитель, передавая полномочия, одновременно полностью сохраняет их за собой).

Рассмотрим несколько конкретных схем управления.

**Простая линейная схема управления** (распределения полномочий), когда руководитель непосредственно командует исполнителями, возможна лишь для весьма малой организации.

**«Анархическая» схема управления** — несколько руководителей, общаясь между собой, на равных правах командуют исполнителями.

**Сложная линейная схема управления** — вышестоящий руководитель командует нижестоящими, на нижнем уровне управления — исполнители.

Сопоставим достоинства и недостатки управления на основе линейных схем. К достоинствам относятся четкая выраженность линий полномочий и ответственности, а также оперативность реакции. Однако в линейных схемах управления не предусмотрено участие «штабных» специалистов, что приводит к перегрузке руководителей второстепенными вопросами.

Разработка схемы управления организацией и на ее основе управленческой структуры — одна из основных функций менеджера.

#### **1.5.6. Социометрическое исследование — инструмент менеджера**

В любой фирме, на любом предприятии в дополнение к официальным организационным структурам создаются неформальные, основанные на отношениях между людьми. Менеджеру необходимо учитывать в своей работе неформальные связи. Выявить их можно с помощью социометрии [2, 3].

Социометрическая техника применяется для диагностики межличностных и межгрупповых отношений в целях их изменения, улучшения и совершенствования. С помощью социометрии можно изучать типологию социального поведения людей в условиях групповой деятельности, судить о социально-психологической совместимости членов конкретных групп.

Вместе с официальной, или формальной, структурой общения, отражающей рациональную, нормативную, обязательную сторону человеческих взаимоотношений, в любой социальной группе всегда имеется психологическая структура неофициального, или неформального, порядка, формирующаяся как система межличностных отношений, симпатий и антипатий. Особенности такой структуры во многом зависят от ценностных ориентаций участников, их восприятия и понимания друг друга, взаимооценок и самооценок. Неформальная структура группы зависит от формальной структуры в той степени, в которой индивиды подчиняют свое поведение целям и задачам совместной деятельности, правилам ролевого взаимодействия. С помощью социометрии можно оценить это влияние.

Общая схема действий при социометрическом исследовании заключается в следующем. После постановки задач исследования и выбора объектов измерений формулируются основные гипотезы и положения, касающиеся возможных критериев опроса членов групп. Здесь не может быть полной анонимности, иначе социометрия окажется малоэффективной. Требования экспериментатора раскрыть свои симпатии нередко вызывают внутренние затруднения у опрашиваемых и проявляются у некоторых людей в нежелании участвовать в опросе. Поэтому для проведения социометрического исследования целесообразно привлекать постороннюю специализированную организацию.

Когда вопросы или критерии социометрии выбраны, они заносятся на специальную карточку или предлагаются в устном виде по типу интервью. Каждый член группы отвечает на них, выбирая тех или иных членов группы в зависимости от большей склонности, предпочтительности их по сравнению с другими, симпатий, доверия и т.д.

При этом социометрическая процедура может проводиться в двух формах. Первый вариант — непараметрическая процедура. В данном случае испытуемому предлагается ответить на вопросы социометрической карточки без ограничения выборов испытуемого. Второй вариант — параметрическая процедура с ограничением числа выборов. Испытуемым предлагают выбрать строго фиксированное число из всех членов группы. Социометрическая карточка или социометрическая анкета составляется на заключительном этапе разработки программы. В ней каждый член группы должен указать свое отношение к другим членам группы по выделенным критериям. Критерии определяются в зависимости от программы данного исследования. Когда социометрические карточки заполнены и собраны, начинается этап их математической обработки.

Вначале следует построить простейшую социоматрицу взаимных выборов. Анализ социоматрицы по каждому критерию дает достаточно наглядную картину взаимоотношений в группе. Могут быть построены суммарные социоматрицы, дающие картину выборов по нескольким критериям. Основное достоинство социоматрицы — возможность представить выборы в числовом виде. Проведение опроса и представление первичной информации являются предварительным этапом для дальнейшего анализа социометрических данных.

Рассмотрим применение социометрической технологии на примере изучения неформальных соотношений в студенческой группе. Прикладная значимость работы определялась тем, что из студентов этой группы были сформированы две подрядные бригады, выполнявшие задания Института высоких статистических технологий и эконометрики по изучению динамики потребительских цен [4].

Респондентам были заданы вопросы (они предлагались в устной форме, без ограничения числа выборов):

1. У кого вы берете конспекты лекций?
2. С кем вы сидите на семинаре?
3. С кем вы советуетесь при выполнении контрольных работ, курсовых работ и т.п.?
4. С кем вы часто разговариваете по телефону?
5. У кого вы узнаете об учебной информации: об изменениях в расписании, о собрании группы и т.п.?
6. С кем вы больше всего общаетесь:
  - а) во время занятий;
  - б) вне института?
7. С кем вы обычно ходите обедать?
8. Если вы что-то не поняли на семинаре, то у кого просите объяснение?
9. Если бы вся ваша группа была членами одной фирмы и перед вами встала задача выбрать руководителя, то кого бы вы предложили на эту должность?
10. Если бы у всех ваших одногруппников были свои фирмы, а у вас нет, то к кому из них вы пошли бы работать?
11. Если бы вы все были членами одной фирмы, как вы думаете, кого группа выбрала бы президентом?
12. У кого из вашей группы есть, по вашему мнению, талант руководителя (организатора)?
13. После окончания института при устройстве на работу вы узнаете, что там уже работает ваш одногруппник. Кого вы хотели бы увидеть?

13-1. Проранжируйте всех своих одноклассников от 1 до 22 (от самого привлекательного до самого антипатичного).

13-2. Напротив каждой фамилии укажите одну из букв а, б, в, г, д, исходя из *следующего понимания символов*:

- а) очень хотел бы увидеть;
- б) скорее «да», чем «нет»;
- в) трудно сказать;
- г) скорее «нет», чем «да»;
- д) не хотел бы увидеть.

Социометрические вопросы были разбиты на три группы: первая группа (условное название «информационная»): сюда входят вопросы 1, 3, 5, 8; вторая группа («неформальная»): вопросы 2, 4, 6а, 6б, 7; третья группа («трудовая»): вопрос 13.

Социометрический опрос позволяет выявить неформальных лидеров в коллективе. Именно с ними менеджеру следует работать в первую очередь, проводя то или иное изменение (см. гл. 2.2). С точки зрения социометрии неформальный лидер — это человек, которого выбирает большинство респондентов.

На основании полученных для конкретной студенческой группы результатов можно было сделать *следующие выводы*:

1. В исследуемой группе есть два крупных четко выраженных кластера (подгруппы) и ряд мелких.

2. Первая бригада построена по принципу взаимной заинтересованности в совместной работе. Вторая бригада построена по принципу антипатии к руководителю первой бригады и внутри группы — кто с кем хотел бы работать.

3. В группе два социометрических лидера, оба в первой бригаде. Одна из них — староста группы (т.е. формальный лидер).

4. Руководители бригад не являются социометрическими лидерами.

5. Если заменить формального лидера (условный номер 18 в списке респондентов) на одного из неформальных (условные номера 4 и 9), то получим следующие результаты. При замене 18 на 4 состав бригады не изменится, принцип объединения в группу остается прежним, количество прямых связей увеличивается (следовательно, такая замена была бы полезной с целью улучшения работы бригады). Если же заменить 18 на 9, то состав бригады изменится.

Дальнейшее развитие событий подтвердило результаты, полученные с помощью социометрического опроса. Через некоторое время коллектив первой бригады потребовал смены бригадира, новым стал социометрический

лидер 4. Бригада продолжала работать в прежнем составе. При создании второй бригады в ней объединились студенты, стоявшие в оппозиции к основной части группы. Это диссидентство (инакомыслие) в дальнейшем породило трудности в управлении бригадой. Социометрический опрос принес вполне ощутимую пользу менеджерам Института высоких статистических технологий и эконометрики.

Дополнительная информация по тематике настоящей главы содержится в [5–10].

### **Список использованной литературы**

1. *Орлов А.И., Федосеев В.Н.* Менеджмент в техносфере : учебное пособие для студентов высших учебных заведений. — Москва : Академия, 2003. — 384 с.
2. *Морено Дж.* Социометрия. — Москва : Изд-во иностр. лит., 1958.
3. *Максименко В.С., Паниотто В.И.* Зачем социологу математика. — Киев : Радянська школа, 1988.
4. *Орлов А.И.* Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.
5. *Орлов А.И.* Менеджмент: организационно-экономическое моделирование : учебное пособие для вузов. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. — 475 с.
6. *Мухин Ю.И.* Наука управлять людьми: изложение для каждого. — Москва : Фолиум, 1995. — 368 с.
7. *Паркинсон С.Н.* Законы Паркинсона: сборник / перевод с английского. — Москва : Прогресс, 1989. — 448 с.
8. *Радугин А.А., Радугин К.А.* Введение в менеджмент: социология организаций и управления. — Воронеж : ВГАСА+ВВШП, 1995. — 195 с.
9. *Орлов А.И.* Искусственный интеллект: экспертные оценки : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 436 с.
10. *Орлов А.И.* Теория принятия решений : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие виды вторичных организаций Вы знаете и как они создаются?
2. Может ли организация быть неофициальной?
3. Какие структуры в организации обычно выделяют?



4. Какие нормы управляемости используются на различных уровнях руководства?

5. Какие функции осуществляет руководитель проекта в матричной структуре управления?

6. Чем неформальный лидер отличается от формального?

7. Чем менеджеру полезно социометрическое исследование?

### ***Темы докладов и рефератов***

1. Механические и органические организации.

2. Управленческие подразделения.

3. Адаптивные организационные структуры.

4. Матричная структура управления.

5. Распределение полномочий.

6. Сравнение функциональной и линейно-штабной систем управления.

7. Современные методы социометрии.

## ЧАСТЬ 2. КОНКРЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МЕНЕДЖМЕНТА

### 2.1. МАРКЕТИНГ

Термин «**маркетинг**» (англ. *marketing*) происходит от *market* (рынок) и обозначает деятельность по изучению и завоеванию рынка. В настоящее время это слово можно произносить с ударением либо на первом слоге (подчеркивая знакомство с английским оригиналом), либо на втором (в соответствии с духом русского языка).

В настоящей главе на основе опыта Института высоких статистических технологий и эконометрики рассказывается об основных идеях в области маркетинга. Как вводный пример обсуждаются проблемы маркетинга, возникающие при открытии и работе пекарни-магазина. Затем рассмотрены инструменты маркетолога (менеджера в области маркетинга) — жизненные циклы товаров и потребителей, методы изучения рынка и воздействия на рынок.

#### 2.1.1. Пример: маркетинг при открытии и работе пекарни-магазина

Какие именно товары выпускать и услуги оказывать? Такой вопрос стоит перед каждой фирмой, особенно в начале ее работы. Производитель работает для потребителя, поэтому прежде всего необходимо знать ***предпочтения потребителей***.

**Пример.** Предположим, Вы решили открыть пекарню, при ней — магазин и продавать свежую выпечку. Тогда Вам надо знать, что любят Ваши будущие покупатели: белый хлеб или черный, большие буханки или маленькие булочки, торты или пирожки.

Слова «надо знать» требуют уточнения: Вам надо оценить ***емкость рынка*** — общий объем возможных покупок хлебобулочных изделий в районе Вашей будущей пекарни-магазина и ***структуру рынка*** — соотношения покупок различных видов изделий. Например, белого хлеба покупают втрое больше (по весу), чем черного, а пирожков в 5 раз меньше (по общей стоимости), чем тортов. Хорошо известно, что хлеб — малоэластичный товар, поэтому емкость рынка хлебобулочных изделий слабо зависит от цены.

Вам также надо классифицировать потребителей, разбить их на группы сходных по поведению, т.е. провести ***сегментацию рынка***. Возможно, выделятся добропорядочные семейные покупки (два батона и четвертинка черного

через день, торт для гостей два раза в месяц) и «деловые» покупатели из соседних учреждений (импозантные торты для празднования торжественных дат или в качестве мелкой взятки, печенье для кофе с посетителями и пирожки для быстрого обеда), а также школьники (печенье, булочки и пирожки после школы) и другие типы потребителей.

Теперь надо **выбрать сегмент** (или сегменты), на котором вы хотите вступить в борьбу за покупателя. Для этого надо на каждом из сегментов сравнить свои возможности с достижениями конкурентов и спрогнозировать итог будущей конкурентной борьбы. Например, ваши конкуренты получают продукцию с хлебозавода, а вы выпекаете продукцию на месте. Значит, Ваше конкурентное преимущество в том, что покупатели будут получать горячий хлеб. А поскольку батоны и буханки по стоимости составляют основную часть рынка, в то время как торты, печенье, булочки, пирожки — лишь дополнение, то вы поступите рационально, сосредоточившись на сегменте батонов и буханок.

Вы изучили рынок, теперь его надо завоевывать. Вам нужно отбить покупателей у конкурентов. Очень важно правильно **выбрать место** для вашего предприятия. Недаром немецкий учебник [1] по экономике предприятия начинается именно с этого вопроса. Важно не только то, чтобы потенциальные покупатели могли легко посетить ваше предприятие, но и то, чтобы для них это было удобнее, чем приходить в магазины конкурентов. Ясно, например, что место у станции метро лучше, чем одинокий домик вдали от транспортных путей.

Следующий этап — **позиционирование** вашего товара на рынке. Покупатели должны узнать о вашем существовании, привыкнуть заходить в ваш магазин. На этом этапе очень важна интенсивная реклама. Например, рекламные щиты у станции метро должны указывать стрелками на ваш магазин, все жители окрестных домов должны получить от вас персональные приглашения и т.п. (о рекламе мы подробнее поговорим отдельно).

Наконец, дело пошло. Ваша булочная открыта. Хотя цена на батоны и буханки та же, что у конкурентов, но вы продаете только что испеченный хлеб, и к вам потянулись покупатели. Несмотря на то, что ассортимент у вас пока мал, объем продаж достаточно велик и дает удовлетворяющую вас прибыль. Вы победили? Да, конечно. Но только на этом этапе конкурентной борьбы.

Конкуренты, конечно, заметили ваше появление. Заметили и снижение своих прибылей. Они могут ответить различными способами, вплоть до битья стекол и поджога булочной. Лучше всего для вас, если они сочтут нецеле-

сообразным конкурировать с вами в сегменте батонов и буханок и начнут развивать свои сегменты рынка. Кто-то сосредоточится на тортах, будет делать их по заказам, а для их сбора заведет агентов в окрестных учреждениях. Кто-то устроит выносную продажу пирожков у станции метро и в школах. Кто-то выяснит потребительские предпочтения каждого конкретного жителя и будет доставлять продукцию прямо на дом.

Но вам нельзя успокаиваться. Может найтись конкурент, который установит в своем магазине мини-пекарню и станет бороться за покупателя на том сегменте рынка, который вы уже считали своим. Да еще будет изготавливать тесто для домашних хозяек. Кто-то снизит розничные цены на батоны и буханки. Хлебозаводы могут перейти к изготовлению практически нечерствеющего хлеба в специальной упаковке. Может возникнуть мода на домашние микро-пекарни, и т.п. В результате ваша прибыль снизится. Придется придумывать что-то новое: расширять ассортимент продукции, укреплять связи с покупателями и т.д.

Вы обречены на постоянную конкурентную борьбу. В итоге лучше будет потребителям — они станут получать все больше товаров и услуг от вас и ваших конкурентов.

### 2.1.2. Жизненные циклы товаров и потребителей

Все мы живем во времени. Сначала нам нужны пеленки и игрушки, потом — книжки и спортивные принадлежности, а под конец жизни — лекарства. Выражаясь языком маркетинга, предпочтения потребителей меняются со временем. Но и товар тоже существует во времени. От эскиза на столе инженера или дизайнера до массового выпуска проходят годы. Маркетолог должен знать возможности современного производства. Более общо — маркетолог должен учитывать фактор времени в конкурентной борьбе.

**Жизненный цикл товара с инженерной точки зрения.** Инженерная мысль давно выработала представление о жизненном цикле любого товара. Авторитетный международный союз инженеров ИСО (International Standardization Organization — Международная организация по стандартизации) выделяет *одиннадцать этапов жизненного цикла продукции* (см., например, [2, разд. 1.3]):

- 1) маркетинг, поиски и изучение рынка;
- 2) разработка технических требований, разработка продукции;
- 3) материально-техническое снабжение;

- 4) подготовка и разработка производственных (т.е. технологических) процессов;
- 5) производство;
- 6) контроль, проведение испытаний и обследований;
- 7) упаковка и хранение;
- 8) реализация продукции;
- 9) монтаж и эксплуатация;
- 10) техническая помощь и обслуживание;
- 11) утилизация после обслуживания.

Бесспорно, что сначала необходимо разобраться, для кого предназначается продукция, сколько возможных потребителей и в чем состоят их запросы. Однако и на остальных этапах маркетинг присутствует, хотя и в неявной форме. Так, второй этап заканчивается созданием опытного образца. Естественно, его надо оценить с позиций потребителя, а также, возможно, начать рекламную кампанию. На третьем этапе в результате маркетинговых исследований определяются поставщики сырья и комплектующих, от них во многом зависят себестоимость и потребительские свойства товара. Четвертый этап, на котором определяются все технологические операции и их последовательность при изготовлении товара, окончательно формирует себестоимость и потребительские свойства товара. Качество изготовления на этапе производства определяет привлекательность товара для потребителя. Шестой этап имеет целью устранение возможных дефектов. Важно при этом, чтобы во главу угла ставились интересы потребителя, а не всегда разумные требования государственных или иных стандартов. В 80-е гг. XX в. во времена так называемой «госприемки» вполне пригодные для продажи и нужные потребителю изделия зачастую браковались из-за несоответствия надуманным требованиям. Их включили в государственные стандарты разработчики, которые, увы, не всегда разбирались в сути дела. Действовали и отдельные полностью безграмотные стандарты, примеры приведены в учебном пособии [3] и статьях [4, 5].

От упаковки зависит спрос, **упаковка** — один из видов рекламы, а потому маркетинг на седьмом этапе необходим. Реализация продукции, т.е. заключение договоров на поставку и непосредственное передвижение товара от производителя к потребителю, невозможна без изучения и привлечения на свою сторону потребителей, т.е. без маркетинга. Монтаж и эксплуатация, техническая помощь и обслуживание должны проводиться в максимально удобном и дружелюбном по отношению к потребителям режиме, иначе они уйдут к нашим конкурентам. Это относится и к утилизации после обслуживания:

некоторые фирмы идут даже на то, чтобы выплачивать премию потребителю за сданный им устаревший товар, например телевизор, хотя потом старье никак не используется, идет под пресс.

Итак, на всех этапах жизненного цикла продукции велика роль специалистов по маркетингу, они работают вместе с инженерами от «рождения» до «смерти» товара.

**Жизненный цикл товара с точки зрения динамики прибыли.** Рассмотренный только что инженерный подход необходимо дополнить экономическим анализом. И тогда выделяются иные этапы, связанные не столько с самим товаром, сколько с порожденными им расходами и доходами.

На первом этапе, когда товар разрабатывается, есть только расходы. На втором этапе, когда товар появился на рынке и развернута реклама, появляются первые доходы от продажи начальных партий, но расходы существенно больше. На третьем этапе, когда конкуренты отеснены и завоевана достаточно большая доля рынка, сказываются результаты первых двух этапов, объем продаж растет, появляется прибыль. Четвертый этап — стабилизация: объем продаж достигает максимума и достаточно долго держится на этом уровне, расходы также стабилизируются. Товар можно назвать «дойной коровой» — он приносит фирме постоянную и достаточно большую прибыль.

Но так не может продолжаться вечно. Появляются новые товары или новые модификации старых товаров, новые модели автомобилей и компьютеров, новая мода на одежду, пищевые продукты и стиль жизни. Не важно, действительно ли новшества улучшают жизнь людей или же стимулированы рекламной кампанией конкурентов, важно то, что спрос на рассматриваемый товар начинает снижаться, а вместе с ним и прибыль. Это последний (пятый) этап жизненного цикла товара, этап его исчезновения с рынка. Фирме важно вовремя остановить производство «умирающего» товара, чтобы не допустить убытков.

«Убитые» конкуренцией товары отнюдь не всегда объективно плохи. Возможно, зря поспешили прекратить производство галош, съемных воротничков и манжет, 286-х компьютеров, которые так удобно было использовать в качестве интеллектуальных пишущих машинок, и ряда других товаров. Это издержки конкурентной борьбы. Например, отказ от съемных воротничков и манжет позволил расширить объем продаж рубашек и прибыль соответствующих компаний.

**Жизненный цикл семьи.** Для многих товаров и услуг сегментация рынка тесно связана с учетом распределения потребителей по этапам жизненного

цикла их семей. В основополагающей работе американских маркетологов Джона Б. Лансинга и Джеймса Н. Моргана «Жизненный цикл и финансовые возможности потребителя» (о ней подробно рассказано в [6]) выделены *следующие этапы*.

*Начальный этап холостой жизни (бывает не у всех)*. Юноши и девушки, отделившись от семьи, живут самостоятельно. Они покинули дом, где выросли, но еще не завели собственной семьи. Типичными примерами являются студенты или молодые специалисты, живущие в общежитии. В этом сегменте потребительского рынка наибольший спрос вызывают одежда, развлечения, аудио- и видеотехника, образовательные услуги, спортивные товары и др.

*Молодая пара (молодожены) без детей*. Первым делом покупается или арендуется жилье. Следовательно, наибольший интерес вызывают мебель, бытовая электротехника. Молодожены — наиболее вероятные потенциальные покупатели готовых к употреблению пищевых продуктов, различных новинок для облегчения домашнего труда. Они интересуются развлечениями, которые могут посещать вдвоем, товарами для путешествий и отдыха, аудио- и видеотехникой, книгами и др.

*Молодые супруги с детьми, младшему из которых меньше 6 лет (т.е. он является дошкольником)*. Основные интересы семьи сосредоточены вокруг детей — детская одежда, питание, игрушки, медицинские услуги и лекарства, памперсы и другие детские товары... Большинство стиральных машин покупают на этом этапе жизненного цикла семьи. Эти же семьи являются наиболее вероятными покупателями подержанных автомобилей. Надо отметить, что именно на этом этапе семья обычно имеет наименьший среднедушевой доход за весь жизненный цикл семьи, поскольку молодая мать в основном или полностью посвящает себя уходу за детьми.

*Сравнительно молодые супруги с детьми, младшему из которых больше 6 лет, т.е. семейная пара с детьми-школьниками*. Этап с наиболее широкими потребительскими интересами двух поколений и достаточно большим среднедушевым доходом. Завершается оформление «семейного очага». Характерны покупки детских книг, «школьных» принадлежностей, от формы до глобусов, мебели, холодильников и плит, появление домашних животных (собак, кошек) и приобретение необходимых для них товаров.

*Супруги зрелого возраста (старше 45 лет) с детьми*. Наиболее благоприятный для жизни семьи период, когда основные проблемы решены, все, что необходимо, приобретено, среднедушевой доход максимален. Приобретаются компьютеры, квартиры, дачи, автомашины. Впрочем, в настоящее время

домашние компьютеры постепенно переходят в разряд товаров, без которых не мыслится типовая семья, таких как, например, телефон. Для младшего поколения характерен спрос на образовательные услуги, книги, аудио- и видеотехнику, развлечения, спортивные и туристические товары.

*Пустое гнездо, т.е. пожилые супруги, дети которых уже покинули родной дом.* После ухода детей из семьи, иногда довольно близкого по времени с выходом родителей на пенсию, начинается последняя стадия жизненного цикла семьи. Потребительские интересы достаточно ограничены. Популярны товары и услуги, связанные с садоводством и огородничеством. В некоторых странах распространены путешествия и экскурсии. Заметное место в расходах занимает оплата медицинских услуг.

*Вдовствующее лицо.* Как правило, один из супругов умирает раньше другого. После смерти одного из пары жизненные интересы оставшегося еще больше ограничиваются. Заметными являются расходы на религиозные и ритуальные услуги.

Приведенное выше описание жизненного цикла семьи составлено на основе фундаментального учебника рекламного дела Ч. Сэндиджа и др. [6], выдержавшего в США одиннадцать изданий, и предназначено не для академического исследования, а для практической маркетинговой деятельности — эффективной организации рекламы.

Надо отметить, что разобранный нами вариант жизненного цикла семьи весьма упрощен. Это во многом объясняется упрощенностью социальной структуры американского общества, в котором образ человека — одинокий атом, по сравнению с другими обществами, например российским. У нас большую роль играют отношения дедушек и бабушек с внуками и внучками, дядей и тетей с племянниками и племянницами, иные родственные и дружеские связи. Естественно, что в американском учебнике, ориентированном на более примитивное общество, подобные связи не рассмотрены. Например, в нем не рассмотрена деятельность членов семьи в качестве бабушек и дедушек. А ведь реклама детских товаров может быть адресована именно им, а не замотанным в повседневности молодым супругам!

Для практической работы маркетологи используют более подробные, чем описаны выше, сегментации рынка на основе тщательного выделения типов потребительского поведения. Разумеется, отнюдь не всегда эта сегментация бывает связана с жизненным циклом семьи.



### 2.1.3. Полевые методы изучения рынка

Изучение рынка проводится разнообразными способами — и путем непосредственного наблюдения, и с помощью анализа данных о продажах, и с помощью опроса потребителей, и экспериментальными методами — выпуском пилотных (т.е. пробных) партий товара, и т.п. Все методы делят на два вида — полевые и кабинетные. Полевые методы предполагают непосредственный контакт с большим числом потребителей. Кабинетные методы, как видно из названия, сводятся к анализу уже собранной кем-то информации. Рассмотрим несколько конкретных полевых методов.

**Построение функции спроса.** Функция спроса часто встречается в экономических учебниках, но при этом обычно не рассказывается, как она получена. Между тем оценить ее по эмпирическим данным не так уж трудно [7]. Мы часто выясняем ожидаемый спрос с помощью следующего простого приема — спрашиваем потенциальных потребителей: «Какую максимальную цену Вы заплатили бы за такой-то товар?». Пусть для определенности речь идет о конкретном учебном материале по менеджменту. В одном из экспериментов 20 опрошенных назвали следующие максимально допустимые для них цены: 40, 25, 30, 50, 35, 20, 50, 32, 15, 40, 20, 40, 45, 30, 50, 25, 35, 20, 35, 40.

Таблица 2.1

#### Эмпирическая оценка функции спроса и ее использование

1	2	3	4	5	6	7
№ п/п ( $i$ )	Цена $p_i$	$N_i$	Спрос $D(p_i)$	Прибыль $(p-10)D(p)$	Прибыль $(p-15)D(p)$	Прибыль $(p-25)D(p)$
1	15	1	20	100	0	—
2	20	3	19	190	95	—
3	25	2	16	240	160	0
4	30	2	14	280	210	70
5	32	1	12	264	204	84
6	35	3	11	275	220	110
7	40	4	8	240	200	120
8	45	1	4	140	120	80
9	50	3	3	120	105	75

Сначала названные опрошенными величины надо упорядочить в порядке возрастания. Результаты представлены в табл. 2.1. В первом столбце —

номера различных численных значений (в порядке возрастания), названных потребителями. Во втором столбце приведены сами значения цены, указанные ими. В третьем столбце указано, сколько раз встречалось то или иное значение.

Таким образом, 20 потребителей назвали 9 конкретных значений цены (максимально допустимых или приемлемых для них значений), каждое из значений, как видно из третьего столбца, названо от 1 до 4 раз. Теперь легко построить функцию спроса в зависимости от цены. Она будет представлена в четвертом столбце, который заполним снизу вверх. Если будем предлагать товар по цене свыше 50 руб., то его не купит никто из опрошенных. При цене 50 руб. появляются 3 покупателя. Записываем 3 в четвертый столбец в девятую строку. А если цену понизить до 45? Тогда товар купят четверо (тот единственный, для кого максимально возможная цена — 45, и те трое, кто был согласен на большую цену — 50 руб.). Таким образом, легко заполнить столбец 4, действуя по правилу: значение в клетке четвертого столбца равно сумме значений в находящейся слева клетке третьего столбца и в лежащей снизу клетке четвертого столбца. Например, за 30 руб. купят товар 14 человек, а за 20 руб. — 19.

Зависимость спроса от цены — это зависимость четвертого столбца от второго. Табл. 2.1 дает нам девять точек такой зависимости. Зависимость можно представить на рисунке в координатах «спрос — цена». Если абсцисса — это спрос, а ордината — цена, то девять точек на кривой спроса, перечисленные в порядке возрастания абсциссы, имеют вид:

(3; 50), (4; 45), (8; 40), (11; 35), (12; 32),  
(14; 30), (16; 25), (19; 20), (20; 15).

Эти девять точек можно использовать для построения кривой спроса каким-либо графическим или расчетным способом, например методом наименьших квадратов. Кривая спроса, как и следует ожидать, убывает, имея направления от левого верхнего угла чертежа к правому. Однако заметны отклонения, связанные, в частности, с естественным пристрастием потребителей к круглым числам. Заметьте, все, кроме одного, назвали числа, кратные 5 руб.

Данные табл. 2.1 могут быть использованы для выбора цены продавцом-монополистом (или продавцом, действующим на рынке монополистической конкуренции). Пусть расходы на изготовление или приобретение единицы товара равны 10 руб. (например, оптовая цена книги — 10 руб.). По какой цене ее продавать на том рынке, функцию спроса для которого только что нашли? Для ответа на этот вопрос вычислим суммарную прибыль, т.е. произведение прибыли на одном экземпляре ( $p-10$ ) на число проданных (точнее, запрошенных) экземпляров  $D(p)$ . Расчеты проведем для всех значений цены, названных

опрощенными. Результаты приведены в пятом столбце табл. 2.1. Максимальная прибыль, равная 280 руб., достигается при цене 30 руб. за экземпляр. При этом из 20 потенциальных покупателей окажутся в состоянии заплатить за книгу 14, т.е. 70 %.

Предположим, что удельные издержки производства, приходящиеся на одну книгу (или оптовая цена), повысятся до 15 руб. Тогда данные столбца 6 табл. 2.1 показывают, что максимальная прибыль, равная 220 руб., достигается при более высокой цене — 35 руб. Прибыль, разумеется, меньше, чем в предыдущем случае. Новая оптимальная цена доступна 11 потенциальным покупателям, т.е. 55 %. При дальнейшем повышении издержек, скажем, до 25 руб., как вытекает из данных столбца 7 табл. 2.1, максимальная прибыль, равная 120 руб., достигается при цене 40 руб. за единицу товара, что доступно 8 лицам, т.е. 40 % покупателей. Отметим, что при повышении оптовой цены на 10 руб. оказалось выгодным увеличить розничную лишь на 5, поскольку более резкое повышение привело бы к такому сокращению спроса, которое перекрыло бы эффект от повышения удельной прибыли (т.е. прибыли, приходящейся на одну проданную книгу).

Представляет интерес анализ оптимального объема выпуска при различных значениях удельных издержек (табл. 2.2).

Таблица 2.2

### Прибыль при различных значениях издержек

№ п/п (i)	Цена $p_i$	Спрос $D(p_i)$	Прибыль (руб.) при издержках (руб.)				
			5	20	30	35	40
1	15	20	200	—	—	—	—
2	20	19	285	0	—	—	—
3	25	16	320	80	—	—	—
4	30	14	350*	140	0	—	—
5	32	12	324	144	24	—	—
6	35	11	330	165*	55	0	—
7	40	8	280	160	80*	40	0
8	45	4	160	100	60	40	20
9	50	3	135	90	60	45*	30*

В табл. 2.2 звездочками указаны максимальные значения прибыли при том или ином значении издержек. Для легкости обозрения результаты об оптимальных объемах выпуска и соответствующих ценах приведены в табл. 2.3.

**Зависимость оптимального выпуска и цены от издержек**

<b>Издержки</b>	5	10	15	20	25	30	35	40
<b>Оптимальный выпуск</b>	14	14	11	11	8	8	3	3
<b>Цена</b>	30	30	35	35	40	40	50	50

Как видно из табл. 2.3, с ростом издержек оптимальный выпуск падает, а цена растет. При этом изменение издержек на 5 единиц может вызывать, а может и не вызывать повышения цены. В этом проявляется микроструктура функции спроса — небольшое повышение цены может привести к тому, что значительные группы покупателей откажутся от покупок, и прибыль упадет.

Этот эффект напоминает известное в экономической теории разделение налогового бремени между производителем и потребителем. Неверно говорить, что производитель перекладывает издержки, или конкретно налоги, на потребителя, повышая цену на их величину, поскольку при этом сокращается спрос (следовательно, и выпуск), а потому и прибыль производителя.

Дальнейшее ясно — если оптовая цена будет повышаться, то и дающая максимальную прибыль розничная цена также будет повышаться, и все меньшая доля покупателей сможет приобрести товар. Крайняя точка — оптовая цена, равная 45 руб. Тогда только трое (15 %) купят товар за 50 руб., а прибыль продавца составит только 15 руб. Наглядно видно, что повышение издержек производства приводит к ориентации производителя на наиболее богатые слои населения. Но и повышение цен (до оптимального для монополиста-производителя уровня) не приводит к повышению прибыли, напротив, она снижается. И при этом большинство потенциальных потребителей не в состоянии купить товар. Таково влияние инфляции издержек на экономическую жизнь.

Отметим, что рыночные структуры не в состоянии обеспечить всех желающих — это просто не выгодно. Так, из 20 опрошенных лишь 14, т.е. 70 %, могут рассчитывать на покупку, даже при минимальных издержках и ценах. Если общество желает чем-либо обеспечить всех граждан, оно должно раздавать это благо бесплатно, как это делается, например, с учебниками в школах.

**Маркетинговые опросы потребителей.** Хочешь узнать, чего желает потребитель, — спроси его. Эта простая мысль объясняет популярность маркетинговых опросов. Расскажем о них на примере опроса потребителей растворимого кофе, проведенного Институтом высоких статистических технологий и эконометрики.

**Сбор данных.** Обсудим постановку задачи. Заказчика интересуют предпочтения как продавцов кофе (розничных и мелкооптовых), так и непосредственно потребителей. Было признано целесообразным использовать одну и ту же анкету из 14 основных и 4 социально-демографических вопросов с добавлением 2 вопросов специально для продавцов. Анкета разработана совместно заказчиком и Институтом высоких статистических технологий и эконометрики и утверждена заказчиком. В табл. 2.4 приведен несколько сокращенный вариант этой анкеты.

*Таблица 2.4*

### **Анкета для потребителей растворимого кофе**

<p>Дорогой потребитель растворимого кофе, Институт высоких статистических технологий и эконометрики просит Вас ответить на несколько простых вопросов о том, какой кофе Вы любите. Ваши ответы позволят составить объективное представление о предпочтениях российских любителей кофе, что будет способствовать повышению качества этого товара на российском рынке.</p> <p>1. Часто ли Вы пьете растворимый кофе: иногда; каждый день 1 чашку; 2–3 чашки; больше, чем 3 чашки. (Здесь и далее подчеркните нужное.)</p> <p>2. Что Вы цените в кофе: вкус, аромат, крепость, цвет, отсутствие вредных для здоровья веществ, что-либо еще (сообщите нам, что именно).</p> <p>3. Какой из основных сортов кофе Вы предпочитаете, наслаждаясь растворимым кофе: «Арабика», «Робуста», все равно, качество растворимого кофе определяется другими параметрами (пожалуйста, скажите, какими).</p> <p>4. Любите ли Вы бразильский растворимый кофе? Да, нет, не знаю.</p> <p>5. Какой объем упаковки Вы предпочитаете: в пакетиках, маленькая банка, средняя банка, большая банка, обязательно стеклянная банка, все равно.</p> <p>6. Где покупаете растворимый кофе: в ларьках, в продуктовых магазинах, в специализированных отделах и магазинах, все равно, где купить, где-либо еще (опишите, пожалуйста).</p> <p>7. Были ли случаи, когда купленный Вами кофе оказывался низкого качества? Да, нет.</p> <p>8. Согласны ли Вы, что за высокое и гарантированное качество продукта можно и заплатить несколько дороже? Да, нет.</p> <p>9. Какой кофе Вы предпочтете купить: банка неизвестного качества за 2 000 руб. или продукт того же веса, безопасность которого гарантирована Минздравом России, за 2 500 руб.? Первый, второй.</p> <p>10. Считаете ли Вы нужным, чтобы производитель принял меры для того, чтобы вредные для здоровья вещества, в частности ионы тяжелых металлов, не проникали из материала упаковки непосредственно в растворимый кофе? Да, нет.</p>
---

Институт высоких статистических технологий и эконометрики предполагает сравнить потребительские предпочтения различных категорий россиян. Поэтому просим ответить еще на несколько вопросов.

11. Пол: женский, мужской.

12. Возраст: до 20, 20–30, 30–50, более 50.

13. Род занятий: учащийся, работающий, пенсионер, инженер, врач, преподаватель, служащий, менеджер, предприниматель, научный работник, рабочий, др. (пожалуйста, расшифруйте).

14. Вся Ваша семья любит растворимый кофе или же Вы — единственный любитель этого восхитительного напитка современного человека? Вся семья, я один (одна).

15. Согласились бы Вы и в дальнейшем участвовать в опросах потребителей относительно качества различных пищевых продуктов (чай, джем и др.). Если «да», то сообщите свой адрес, телефон, имя и отчество.

Спасибо за Ваше содействие работе по повышению качества продуктов на российском рынке!

**Выбор метода опроса.** Широко применяются процедуры опроса, когда респонденты (опрашиваемые) самостоятельно заполняют анкеты (розданные им или полученные по почте), а также личные и телефонные интервью. Из этих процедур нами было выбрано личное интервью по следующим причинам.

Возврат почтовых анкет сравнительно невелик (в данном случае можно было ожидать не более 5–10 %), оттянут по времени и искажает структуру совокупности потребителей (наиболее динамичные люди вряд ли найдут время для ответа на подобную анкету). Кроме того, есть проблемы с почтовой связью (изменение тарифов в связи с возмещением респондентам почтовых расходов и др.).

Самостоятельное заполнение анкеты, как показали специально проведенные эксперименты, не позволяет получить полные ответы на все поставленные вопросы. Респондент (так на профессиональном языке называют опрашиваемых) утомляется или отвлекается, отказывается отвечать на часть вопросов, иногда не понимает их или отвечает не по существу. Некоторые категории респондентов, например продавцы в киосках, отказываются заполнять анкеты.

Телефонный опрос искажает совокупность потребителей, поскольку наиболее активных индивидуумов трудно застать дома и уговорить ответить на вопросы анкеты. Репрезентативность (т.е. соответствие всей совокупности потребителей растворимого кофе) нарушается также и потому, что на один номер телефона может приходиться различное количество продавцов и потребителей растворимого кофе, а некоторые из них не имеют телефонов вообще.

Анкета достаточно длинна, и разговор по-домашнему и тем более служебному телефону респондента может быть прекращен досрочно по его инициативе. Иногородних продавцов и потребителей растворимого кофе, приехавших в Москву, по телефону опросить вообще невозможно.

Метод личного интервью лишен перечисленных недостатков. Соответствующим образом подготовленный интервьюер, получив согласие на интервью, удерживает внимание собеседника на анкете, добивается получения ответов на все ее вопросы, контролируя при этом соответствие ответов реальной позиции респондента. Ясно, что успех интервьюирования зависит от личных качеств и подготовки интервьюера.

**Формулировки вопросов.** В социологических и маркетинговых опросах используют разные типы вопросов. Применяют закрытые вопросы (в которых респондент может выбирать лишь из сформулированных составителями анкеты вариантов ответа), открытые (когда респондента просят изложить свое мнение в свободной форме) и полужакрытые (кроме перечисленных в анкете вариантов, респондент может добавить свои соображения).

В социологических публикациях ведется дискуссия по поводу «мягких» и «жестких» форм сбора данных (см., например, [8]). Ясно, что для обработки данных по группам потребителей и для сравнения групп между собой нужны формализованные данные, и речь может идти лишь о том, кто именно — респондент или маркетолог — будет шифровать ответы. В проекте «Потребители растворимого кофе» практически для всех вопросов почти все варианты ответов можно перечислить заранее, т.е. можно использовать закрытые вопросы, в отличие от опросов с вопросами типа: «Одобряете ли Вы идущие в России реформы?», в которых естественно просить респондента расшифровать, что он понимает под «реформами» (открытый вопрос). Поэтому в используемой в описываемом проекте анкете использовались закрытые и полужакрытые вопросы. Как показали результаты обработки, этот подход оказался правильным — лишь в небольшом числе анкет были вписаны свои варианты ответов. Вместе с тем демонстрировалось уважение к мнению респондента, не выдвигалось требование выбора из заданного множества ответов — респондент мог добавить свое, но редко пользовался этой возможностью.

В последнем вопросе анкеты респонденту предлагалось стать постоянным участником опросов о качестве товаров народного потребления. Ряд респондентов откликнулся на это предложение, в результате стало возможным развертывание постоянной сети «экспертов по качеству», подобной аналогичным в зарубежных странах.

**Обоснование объема выборки.** Математико-статистические вероятностные модели выборочных исследований [3, 9] часто опираются на гипотезу простой случайной выборки наподобие, когда из списков избирателей с помощью датчика случайных чисел отбирается необходимое число номеров для формирования жюри присяжных заседателей. В рассматриваемом проекте нельзя обеспечить формирование подобной выборки. Однако в этом и нет необходимости. Поскольку гипергеометрическое распределение хорошо приближается биномиальным, если объем выборки по крайней мере в 10 раз меньше объема всей совокупности (в рассматриваемом случае это так), то правомерно использование биномиальной модели, согласно которой мнение респондента (ответы на вопросы анкеты) рассматривается как случайный вектор, причем все такие векторы независимы между собой. Таким образом, позиция в давней дискуссии в среде социологов о том, есть ли случайность в поведении отдельного человека или же случайность проявляется лишь в отборе выборки из генеральной совокупности, практически не влияет на алгоритмы обработки данных.

В биномиальной модели выборки оценивание характеристик происходит тем точнее, чем объем выборки больше. В математической статистике есть методы определения необходимого объема выборки. Они основаны либо на задании необходимой точности оценивания параметров, либо на явной формулировке альтернативных гипотез, между которыми необходимо сделать выбор, либо на учете погрешностей измерений с использованием методов статистики интервальных данных [9].

В биномиальной модели в закрытых вопросах доля  $p^*$  респондентов, выбирающих определенную подсказку, имеет дисперсию, оцениваемую как:

$$S^2 = p^*(1 - p^*)/n,$$

где  $n$  — объем выборки. На этом соотношении основываются методы определения необходимого объема выборки. Так, для доверительной вероятности 0,95 доверительный интервал имеет вид  $(p - 2S; p + 2S)$ . Если заданы длина доверительного интервала и ожидаемая доля, то нетрудно вычислить объем выборки.

Удобные для использования в практической работе маркетолога и социолога таблицы точности оценивания разработаны во ВЦИОМ (Всесоюзный центр по изучению общественного мнения). Приведем здесь модифицированный вариант одной из них (табл. 2.5).



## Допустимая величина ошибки выборки (в процентах)

Объем группы Доля p*	1 000	750	600	400	200	100
Около 10 % или 90 %	2	3	3	4	5	7
Около 20 % или 80 %	3	4	4	5	7	9
Около 30 % или 70 %	4	4	4	6	9	10
Около 40 % или 60 %	4	4	5	6	8	11
Около 50 %	4	4	5	6	8	11

Минимальный обычно используемый объем выборки в маркетинговом или социологическом исследовании — 100, максимальный — до 5 000 (обычно в исследованиях, охватывающих ряд регионов страны, т.е. фактически разбивающихся на ряд отдельных опросов — как в ряде проектов ВЦИОМ). По данным Института социологии Российской академии наук [10], среднее число анкет в социологическом исследовании не превышает 700 (обычно объем выборки составляет 500 или 1 000 единиц). Поскольку стоимость исследования растет по крайней мере как линейная функция объема выборки, а точность повышается как квадратный корень из этого объема, то верхняя граница объема выборки определяется обычно из экономических соображений. Объемы пилотных исследований (т.е. проводящихся впервые, предварительно или как первые в сериях подобных) обычно ниже, чем объемы исследований по обкатанной программе.

Нижняя граница определяется тем, что в минимальной по численности анализируемой подгруппе должно быть несколько десятков человек (не менее 30), поскольку по ответам попавших в эту подгруппу необходимо сделать обоснованные заключения о предпочтениях соответствующей подгруппы в совокупности всех потребителей растворимого кофе. Учитывая деление опрашиваемых на продавцов и покупателей, на мужчин и женщин, на четыре градации по возрасту и восемь — по роду занятий, наличие 5–6 подсказок во многих вопросах, приходим к выводу о том, что в рассматриваемом проекте объем выборки должен быть не менее 400–500. Вместе с тем существенное превышение этого объема нецелесообразно, поскольку исследование является пилотным.

Поэтому при изучении предпочтений потребителей растворимого кофе объем выборки был выбран равным 500. Анализ полученных результатов (см. ниже) позволяет утверждать, что в соответствии с целями исследования выборку следует считать репрезентативной.

**Организация опроса.** Интервьюерами работали студенты, всего 40 человек. Они прошли специальную подготовку по изучению рынка и проведению маркетинговых опросов потребителей и продавцов (в объеме 8 ч). Опрос продавцов проводился на рынках г. Москвы, действующих в Лужниках, у Киевского вокзала и в других местах. Опрос покупателей проводился на рынках, в магазинах, на улицах около киосков и ларьков, а также в домашней и служебной обстановке.

Большое внимание уделялось качеству заполнения анкет. Интервьюеры были разбиты на шесть бригад, бригадиры персонально отвечали за качество заполнения анкет. Второй уровень контроля осуществляла специально созданная «группа организации опроса». Третий происходил при вводе информации в компьютер при заполнении базы данных. Каждая анкета заверялась подписями интервьюера и бригадира, на ней указывались место и время интервьюирования. В связи с этим необходимо признать высокую достоверность собранных анкет.

**Обработка данных.** В соответствии с целью исследования основной метод обработки данных — построение частотных таблиц для ответов на отдельные вопросы. Кроме того, проводится сравнение различных групп потребителей и продавцов, выделенных по социально-демографическим данным, с помощью критериев проверки однородности выборок. В дальнейшем целесообразно применение методов статистики объектов нечисловой природы (более 90 % социологических данных имеют нечисловую природу [13]). Используются средства графического представления данных.

**Итоги опроса.** Итак, по заданию одной из торговых фирм были изучены предпочтения покупателей и мелкооптовых продавцов растворимого кофе. Совместно с представителями заказчика был составлен опросный лист (анкета типа социологической) из 16 основных вопросов и 4 дополнительных, посвященных социально-демографической информации. Опрос проводился в форме интервью с 500 покупателями и продавцами кофе. Места опроса — рынки, лотки, киоски, продуктовые и специализированные магазины. Другими словами, были охвачены все виды мест продаж кофе. Интервью проводили более

40 специально подготовленных (примерно по 8-часовой программе) студентов, разбитых на 7 бригад. После тщательной проверки бригадами и группой обработки информация была введена в специально созданную базу данных. Затем проводилась разнообразная статистическая обработка, строились таблицы и диаграммы, проверялись статистические гипотезы и т.д. Заключительный этап — осмысление и интерпретация данных, подготовка итогового отчета и предложений для заказчиков.

Технология организации и проведения маркетинговых опросов лишь незначительно отличается от технологии социологических опросов, многократно описанной в литературе. Так, мы предпочли использовать полуоткрытые вопросы, в которых для опрашиваемого дан перечень подсказок, а при желании он может высказать свое мнение в свободной форме. Не уложившихся в подсказки оказалось около 5 %, их мнения были внесены в базу данных и анализировались дополнительно.

Для повышения надежности опроса о наиболее важных с точки зрения маркетинга моментах спрашивалось в нескольких вопросах. Были вопросы-ловушки, с помощью которых контролировалась «осмысленность» заполнения анкеты. Например, в вопросе «Что Вы цените в кофе: вкус, аромат, крепость, наличие пенки...» ловушкой является включение «крепости» — ясно, что крепость зависит не от кофе самого по себе, а от его количества в чашке. В ловушку никто из 500 не попался — никто не отметил «крепость». Этот факт повышает надежность выводов проведенного опроса. Мы считали нецелесообразным задавать вопрос об уровне доходов (поскольку в большинстве случаев отвечают «средний», что невозможно связать с определенной величиной). Вместо такого вопроса мы спрашивали: «Как часто Вы покупаете кофе: по мере надобности или по возможности?». Поскольку кофе не является дефицитным товаром, первый ответ свидетельствовал о наличии достаточных денежных средств, второй — об их ограниченности (потребитель не всегда имел возможность позволить себе купить банку растворимого кофе).

Стоимость подобных исследований — 5–10 долл. США на одного обследованного. При этом трудоемкость (и стоимость) начальной стадии — подготовка анкеты и интервьюеров, пробный опрос и др. — 30 % от стоимости исследования. Стоимость непосредственно опроса — тоже 30 %. Ввод информации в компьютер и проведение расчетов, построение таблиц и графиков — 20 %. Интерпретация результатов, подготовка итогового отчета и предложений

для заказчиков — 20 %. Таким образом, стоимость собственно опроса в два с лишним раза меньше стоимости остальных стадий исследования. В выполнении работы участвуют различные специалисты. На первой стадии в основном нужны высококвалифицированные аналитики. На второй — многочисленные интервьюеры, в роли которых могут выступать, например, студенты и даже школьники, прошедшие конкретный курс обучения в 8–10 ч. На третьей — работа с компьютером (надо уметь строить и обсчитывать электронные таблицы или базы данных, использовать статистические пакеты, составлять и печатать таблицы и диаграммы и т.п.). На четвертой опять в основном нужны высококвалифицированные аналитики.

Приведем некоторые из полученных результатов:

1. В отличие от западных потребителей, отечественные не отдавали предпочтения стеклянным банкам по сравнению с жестяными. Поскольку жестяные банки дешевле стеклянных, то можно порекомендовать (в 1994 г., когда проходил опрос) с целью снижения расходов закупку кофе в жестяных банках.

2. Отечественные потребители готовы платить на 10–20 % больше за экологически безопасный кофе более высокого качества, имеющий сертификат Минздрава и символ экологической безопасности на упаковке.

3. Средний объем потребления растворимого кофе — 850 г в месяц (на семью потребителя).

4. Потребители растворимого кофе могут быть разделены на классы. Есть «продвинутые» потребители, обращающие большое внимание на качество и экологическую безопасность, марку и страну производства, терпимо относящиеся к изменению цены. Эти «тонкие ценители» — в основном женщины от 30 до 50 лет, служащие, менеджеры, научные работники, преподаватели, врачи (т.е. лица с высшим образованием), пьющие кофе как дома, так и на работе, причем «кофейный ритуал» зачастую входит в процедуру деловых переговоров или совещаний. Противоположный класс состоит из мужчин двух крайних возрастных групп — школьников и пенсионеров. Для них важна только цена, что очевидным образом объясняется недостатком денег.

Результаты были использованы заказчиком в рекламной кампании. В частности, в телевизионных роликах обращалось внимание на сертификат Минздрава и на экологическую безопасность упаковки.

Приведем пример еще одной анкеты, примененной Институтом высоких статистических технологий и эконометрики для изучения спроса на образовательные услуги (табл. 2.6).

## Исследование рынка образовательных услуг

### ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

Анкета студентов первого курса экономико-математического факультета МГИЭМ  
(Московского государственного института электроники и математики —  
технического университета)

#### А. Объективные данные

1. Группа.
2. Пол.
3. Год рождения.
4. Женат(замужем) — да/нет.

#### Б. Общее изучение рынка

5. Почему Вы выбрали специальность экономиста?
6. Почему Вы выбрали именно МГИЭМ среди всех вузов Москвы, готовящих экономистов?
7. Как Вы представляете себе будущую деятельность по окончании МГИЭМ?
8. Есть ли у Вас надежда на то, что приобретаемые сейчас знания окажутся полезными в практической работе? Если нет, то зачем Вы учитесь?

#### В. Отношение к платному образованию

9. Если бы обучение в МГИЭМ было платным (порядка 1 млн руб. в год в ценах февраля 1994 г.), стали бы Вы поступать в МГИЭМ?
10. Если обучение в МГИЭМ станет платным, то останетесь ли Вы учиться в МГИЭМ? (Например, организация оплаты за учебу такова: некоторая фирма заключает контракт со студентом и оплачивает его учебу; студент самостоятельно ищет такую фирму.)
11. Представляет ли для Вас интерес возможность параллельно с дипломом МГИЭМ получить диплом бакалавра Межкультурного открытого университета (штаб-квартира в Нидерландах) по специальности «бизнес администрейшн» (обучение заочное, общая стоимость 1 780 долл. США)?

#### Г. О курсе «Основы экономики»

12. Нужно ли рассказывать содержание реферата-дайджеста [14] или считать его общеизвестным и говорить о том, чего в нем нет?
13. Полезен ли электронный учебник? Если нет, то почему?
14. Нужны ли Вам индивидуальные занятия в аудитории (а не в компьютерном классе) и в каком виде?

15. Какие темы Вы считаете полезным рассмотреть?

16. Сформулируйте иные Ваши замечания по курсу: по лекциям, практическим занятиям, индивидуальным занятиям.

Д. Дополнительная информация

17. Какие курсы самые трудные, какие — самые легкие на первом семестре?

18. Подрабатываете ли Вы? Если согласны, укажите примерную (среднюю) сумму в месяц.

19. Существенна ли для Вас стипендия?

20. Есть ли у Вас дома компьютер?

21. Участвуете ли Вы в каких-либо политических движениях, партиях? Если согласны, назовите.

#### 2.1.4. Кабинетные методы маркетинга

При изучении рынка маркетологи используют в основном кабинетные методы. Причина проста — опросы трудоемки и сравнительно дороги, а потому применяются тогда, когда без них не обойтись.

Возможности кабинетных методов достаточно велики. Например, о зависимости спроса от цены можно судить по объемам продаж, в том числе близких аналогов, а также по отчетам продавцов о поведении покупателей в магазинах. Сегментацию рынка зачастую можно осуществить из априорных соображений, как это выше сделано при обсуждении «жизненного пути семьи». Очевидную пользу приносит анализ позиций и динамики на рынке аналогов.

**Прогнозирование рынка.** Большое значение имеет прогнозирование рынка. Анализ разнообразной информации, в том числе рекламной, дает возможность выявить тенденции рынка. К сожалению, ситуация на рынке может измениться быстро и неожиданно. Примером является очередной этап экономического кризиса в России, начавшийся 17 августа 1998 г. (так называемый «дефолт»). Его характерными чертами (с точки зрения маркетинга) явились рост курса доллара США в четыре раза, а затем и рост цен в рублях (в два раза), паралич банковской системы и близкое к панике поведение потребителей.

Однако есть область, в которой прогнозы достаточно надежны. Это демографическая ситуация. Можно достаточно надежно предсказать численность возрастных групп. Так, резкое снижение рождаемости в России в 1990-е гг. привело к уменьшению числа школьников, а потому уменьшился спрос на учебники и иные предметы школьного обихода. Для начальной школы это

было заметно уже вскоре — в 2003 г. понадобилось заметно меньше букварей, чем в 1997 г. К 2010 г. малая численность молодежи привела к спаду спроса в сфере молодежных товаров и услуг, в частности образовательных. С другой стороны, заметно возросшая смертность в России в 1990-е гг. привела к расширению рынка ритуальных услуг — от дешевых (для большинства) до весьма дорогих (в частности, для бизнесменов — жертв киллеров).

### **Планирование на основе прогнозирования будущего развития рынка.**

Есть заметная разница в маркетинге на стадии исследований и проектирования продукции и на стадии обращения и эксплуатации (потребления) продукции [2]. Первый из них естественно назвать стратегическим, второй — оперативным. Во втором случае мы имеем дело с уже существующей продукцией, поставленной на поток (пущенной в серию), а в первом — с будущей. Надо так спроектировать изделие, чтобы оно оказалось конкурентоспособным на тот момент, когда выйдет на рынок. А это будет не так скоро, как может показаться: от начала работ по созданию новой марки автомобиля до выпуска первых сотен экземпляров проходит 5–7 лет.

Очевидно, необходимо планирование на основе прогнозирования будущего развития рынка. Надо прогнозировать динамику внешних обстоятельств — как развитие вкусов потребителей, уровень их доходов, т.е. объем и структуру рынка, динамику его отдельных сегментов, так и поведение конкурентов, их нацеленность на те или иные сегменты рынка. Цель — добиться конкурентоспособности своей продукции. Этого можно добиться и внутренними преобразованиями, например путем снижения себестоимости за счет внедрения передовых технологий и обучения персонала. Поэтому при перспективном прогнозировании надо смотреть не только «вовне», на рынок, но и «внутри» своего предприятия.

Технический уровень и качество продукции на мировом рынке растет, и необходимо спланировать подготовку новой модели так, чтобы в момент выхода на рынок и в течение нескольких следующих лет она оказалась выше среднемирового уровня по потребительским свойствам, техническому уровню и качеству. Можно также предсказать, когда придется ее снимать с производства, — когда она существенно отстанет от продукции конкурентов. Поскольку период подготовки изделия к выпуску может быть заметно длиннее периода

массового выпуска, то на предприятии могут и во многих случаях должны параллельно идти работы по целой гамме изделий, которые будут затем сменять друг друга на конвейере.

Представляет интерес и стратегия воспитания новых потребностей. Так, из-за ухудшающейся экологической обстановки все более перспективными представляются электромобили взамен обычных автомобилей с двигателями, работающими на бензине. Однако предприятию, взявшемуся за осуществление этой перспективной идеи, придется приложить много усилий, вместе с властями и экологическими организациями, чтобы воспитать у потребителей потребность в электромобилях. Нужны и административные меры, вплоть до запрета на использование обычных автомобилей на тех или иных территориях. Кроме того, необходимы постоянная рекламная кампания, нацеленная на доказательство преимуществ электромобилей, продвинутое инженерные разработки по повышению технического уровня электромобилей и особенно аккумуляторов, создание развернутой системы «заправки» электромобилей (видимо, путем смены аккумуляторных блоков), массовые акции экологических организаций, направленные против обычных автомобилей.

*Двум видам маркетинга* — оперативному и стратегическому — обычно соответствуют различные организационные структуры предприятия. *Оперативный маркетинг* сравнительно слабо связан с производством и с деятельностью научно-исследовательских подразделений. Его цель — продать то, что производится сейчас. Напротив, *стратегический маркетинг* опирается на мощные прогнозные разработки, на инновационные научно-технические решения. Он работает на будущее. Правильно ли идет работа — выяснится через 5–10 лет.

Оперативному маркетингу нет нужды вникать в техническую политику конкурентов. Их изделия — в продаже, можно непосредственно сравнить со своими товарами и услугами. Стратегическому маркетингу весьма полезны сведения о конкурентах, промышленная разведка и контрразведка — его важная составляющая часть.

**Модель оптимизации моментов выпуска продукции на рынок.** Рассмотрим эскизную математическую модель, позволяющую рассчитать оптимальные моменты выпуска на рынок новых моделей продукции [11]. Рис. 2.1 позволяет сравнить динамику мирового уровня качества и уровня качества продукции конкретного предприятия. Мировой уровень качества непрерывно растет, в то время как уровень качества продукции конкретного предприятия меняется скачкообразно. Он заметно увеличивается при выпуске на рынок



новой марки продукции, а затем остается постоянным вплоть до выпуска следующей марки. В течение жизненного цикла очередной марки продукции ее уровень качества сначала заметно выше мирового, затем преимущество уменьшается, наконец, уровень качества оказывается ниже мирового, и через некоторое время марка снимается с производства.

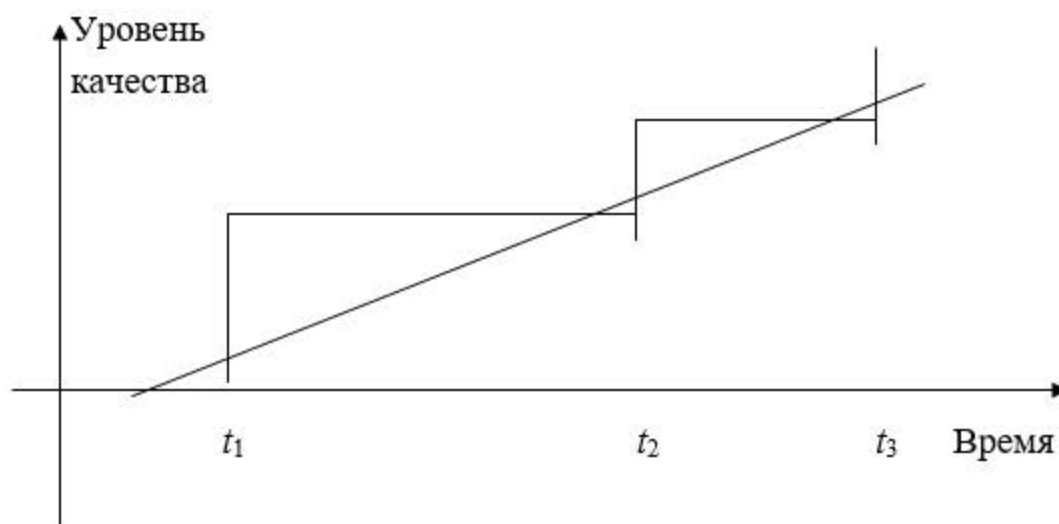


Рис. 2.1. Сравнение динамики мирового уровня качества и уровня качества продукции конкретного предприятия

В какие оптимальные моменты  $t_1, t_2, t_3, \dots$  выпускать на рынок новые марки продукции? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо сформировать функционал, который будем оптимизировать, выбирая моменты  $t_1, t_2, t_3, \dots$

Предположим, что изменение во времени мирового уровня качества рассматриваемой продукции  $P_0(t)$  можно описать линейной функцией:

$$P_0(t) = a_0 + at.$$

В качестве модели рынка примем модель чистой (совершенной) конкуренции. В соответствии с ней вклад конкретного предприятия в объем мирового рынка бесконечно мал, а цены определяются мировым уровнем качества. Можно сказать, что мировой уровень качества является оптимальным. Самым лучшим для предприятия был бы выпуск продукции на этом уровне. К сожалению, это невозможно по технологическим причинам. Пусть  $d$  — стоимость осуществления скачка, т. е. разработки и подготовки к производству очередной марки (модификации) продукции. Примем для простоты, что стоимости скачков любой величины одинаковы.

Следовательно, превышение мирового уровня не приносит предприятию дополнительного дохода. Поэтому предположим, что дополнительные затраты на превышение уровня качества  $P(t)$  выпускаемой продукции сверх мирового уровня пропорциональны этому превышению, т.е. за время  $(t; t + dt)$  равны:

$$b (P(t) - P_0(t)) dt,$$

где  $b$  — коэффициент пропорциональности и  $P(t) > P_0(t)$ .

При отставании уровня качества продукции от мирового предприятие несет заметные убытки, в частности ему приходится снижать цены. Пусть потери от морального старения продукции пропорциональны отставанию от мирового уровня качества, т.е. за время  $(t; t + dt)$  равны:

$$c (P(t) - P_0(t)) dt,$$

где  $c$  — коэффициент пропорциональности и  $P(t) < P_0(t)$ .

Функционал, который будем оптимизировать, выбирая моменты  $t_1, t_2, t_3, \dots$  и соответствующие величины скачков, равен сумме расходов на запуск новых марок, затрат на превышение уровня качества  $P(t)$  выпускаемой продук-

ции сверх мирового и потерь от морального старения продукции ввиду отставания от мирового уровня качества. Пусть за время  $[0; T)$  выпущено на рынок  $n = n(T)$  новых марок. Тогда функционал имеет вид:

$$nd + bS_1 + cS_2,$$

где  $S_1$  — суммарная площадь треугольников, образованных графиками  $P(t)$  и  $P_0(t)$  и расположенных выше прямой  $a_0 + at$ , а  $S_2$  — суммарная площадь треугольников, образованных графиками  $P(t)$  и  $P_0(t)$  и расположенных ниже прямой  $a_0 + at$ .

Минимизацию затрат проведем в три этапа. На первом этапе зафиксируем моменты  $t_1, t_2, t_3, \dots$ . Рассмотрим два соседних момента  $t_k$  и  $t_{k+1}$ . Положим  $\Delta = t_{k+1} - t_k$ . Тогда ситуация полностью описана, если задан промежуток времени  $\delta$  такой, что в момент  $t_k + \delta$  уровень качества выпускаемой предприятием продукции совпадает с мировым уровнем качества (рис. 2.2).

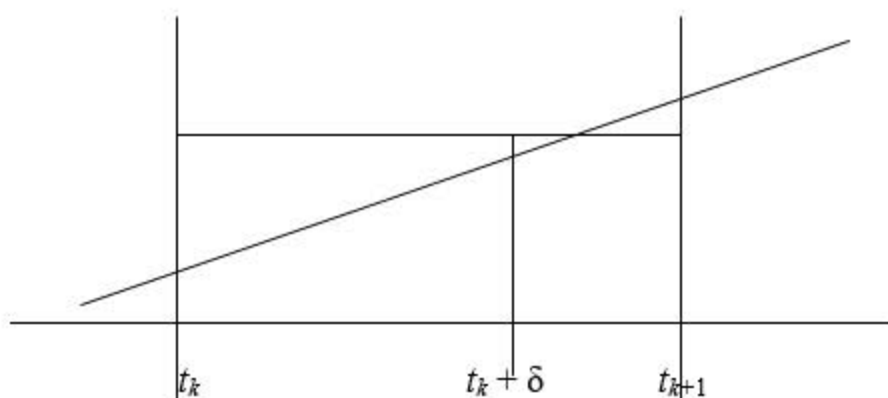


Рис. 2.2. Оптимизация величин скачков

Меняя величину  $\delta$ , мы изменяем высоту рассматриваемой «ступеньки» графика  $P(t)$ , не влияя на остальные «ступеньки». В результате можно провести локальную оптимизацию высоты «ступенек» при заданных моментах  $t_1, t_2, t_3, \dots$  выпуска на рынок очередных марок. Задача локальной оптимизации допускает декомпозицию, т.е. разбивается на задачи оптимизации для каждой ступеньки по отдельности.

За промежуток времени  $\Delta$  затраты, связанные с превышением уровня качества сверх мирового, как видно из рис. 2.2, равны

$$b \frac{a\delta^2}{2},$$

а потери из-за морального старения (при отставании от мирового уровня) равны:

$$c \frac{a(\Delta - \delta)^2}{2}.$$

Следовательно, суммарные потери за рассматриваемый интервал времени момента  $[t_k; t_{k+1})$  равны:

$$f(\delta) = d + a \left( b \frac{\delta^2}{2} + c \frac{(\Delta - \delta)^2}{2} \right).$$

Выбирая  $\delta$  оптимальным образом, минимизируем суммарные затраты и потери за рассматриваемый интервал времени. Продифференцировав функцию  $f(\delta)$  по  $\delta$  и приравняв производную 0, получим оптимальное значение  $\delta$ , а именно:

$$\delta = \frac{c\Delta}{b+c}.$$

При оптимальном  $\delta$  затраты за период с  $t_k$  до  $t_{k+1}$ , как нетрудно подсчитать, равны:

$$d + \frac{abc}{2(b+c)} \Delta^2.$$

На втором этапе оптимизации зафиксируем число скачков и найдем при этом условии оптимальные моменты скачков  $t_1, t_2, t_3, \dots$ . Положим  $\Delta_j = t_{j+1} - t_j$ , где  $j = 1, 2, \dots, n$ , причем примем  $t_{n+1} = T$ , где  $T$  — горизонт планирования. Тогда суммарные затраты за весь рассматриваемый интервал планирования равны:

$$g(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n) = \frac{abc}{2(b+c)} (\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2) + nd.$$

Эту функцию необходимо минимизировать по всем  $n$  неотрицательным переменным  $\Delta_j, j = 1, 2, \dots, n$ , при условии:

$$\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n = T.$$

Достаточно решить чисто математическую задачу оптимизации:

$$\begin{cases} \Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2 \rightarrow \min, \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n = T, \\ \Delta_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n, \end{cases}$$

где  $n = n(T)$ . Для ее решения целесообразно ввести новые переменные:

$$\alpha_i = \Delta_i - \frac{T}{n}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Тогда:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = \sum_{i=1}^n \left( \Delta_i - \frac{T}{n} \right) = \left( \sum_{i=1}^n \Delta_i \right) - n \frac{T}{n} = T - T = 0.$$

Поскольку  $\Delta_i = \frac{T}{n} + \alpha_i$ , то  $\Delta_i^2 = \frac{T^2}{n^2} + 2\frac{T}{n}\alpha_i + \alpha_i^2$ , следовательно, с учетом предыдущего равенства имеем:

$$\sum_{i=1}^n \Delta_i^2 = n \frac{T^2}{n^2} + 2\frac{T}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i + \sum_{i=1}^n \alpha_i^2 = \frac{T^2}{n} + \sum_{i=1}^n \alpha_i^2.$$

Сумма квадратов всегда неотрицательна. Она достигает минимума, равного 0, когда все переменные равны 0, т.е. при  $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = 0$ . Тогда:

$$\Delta_i = \frac{T}{n}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

При этих значениях  $\Delta_i$  выполнены все ограничения оптимизационной задачи.

Итак, интервалы между скачками должны иметь одинаковую длину. При фиксированном числе скачков  $n$  минимальное значение суммарных затрат равно:

$$h(n) = \frac{abc}{2(b+c)} \frac{T^2}{n} + nd.$$

На третьем этапе оптимизации надо найти оптимальное число скачков  $n$ , или, что эквивалентно, интервал между скачками  $\Delta$ .

Как следует из последней формулы, суммарные удельные затраты, приходящиеся на одну единицу времени, имеют вид:

$$h_1(n) = \frac{h(n)}{T} = \frac{abc}{2(b+c)} \frac{T}{n} + \frac{n}{T} d.$$

Эту функцию легче минимизировать, если перейти к переменной  $\Delta$ , где  $\Delta = T/n$ . Удельные затраты равны:

$$H(\Delta) = \frac{abc}{2(b+c)}\Delta + \frac{d}{\Delta}.$$

Минимизируем эту функцию по  $\Delta$ . Дифференцируя по  $\Delta$  и приравнявая производную 0, получаем, что оптимальный интервал между скачками имеет длину:

$$\Delta = \sqrt{\frac{2(b+c)d}{abc}}.$$

Полученная формула позволяет делать как количественные, так и качественные выводы. Например, если мировой уровень качества практически не меняется (т.е.  $a \rightarrow 0$ ), то интервал между выпуском новых марок очень большой (т.е.  $\Delta \rightarrow +\infty$ ). Полученная формула напоминает формулу Вильсона (в других источниках — формула квадратного корня) в теории управления запасами — части логистики.

Отметим, что проведенные на третьем этапе рассуждения не вполне корректны. Минимизация проводилась по всем положительным  $\Delta$ , а на самом деле  $\Delta$  должно лежать в дискретном множестве  $\{T/n, n = 1, 2, \dots\}$ . Поэтому оптимальное  $\Delta$  — одно из значений  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$ , где:

$$\Delta_1 = \frac{T}{n+1} \leq \sqrt{\frac{2(b+c)d}{abc}} < \frac{T}{n} = \Delta_2,$$

а именно то из них, для которого значение функции  $H(\Delta)$  меньше. Эффекты, связанные с дискретностью  $\Delta$ , в случае модели Вильсона управления запасами рассмотрены в монографии [12]. В частности, установлено, что при увеличении интервала планирования  $T$  влияние этих эффектов уменьшается.

### 2.1.5. Методы воздействия на рынок

Изучение рынка необходимо не само по себе. Анализ рыночной ситуации позволяет эффективно воздействовать на рыночные процессы, завоевывать его. Разработано весьма большое число методов воздействия на рынок. Рассмотрим некоторые из них.

**Реклама.** Чтобы потребитель захотел купить товар, он должен узнать о его существовании и о его потребительских свойствах. Канал связи «производитель — потребитель» обеспечивает реклама.

Реклама бывает разная. Всем нам известны (и зачастую ненавистны) рекламные вставки в телевизионных передачах, мешающие наслаждаться любимыми фильмами. Рекламные страницы в газетах и журналах и чисто рекламные издания также успели примелькаться. Щиты на улицах и витрины магазинов — тоже реклама. Из почтового ящика не успеваешь выгребать рекламные листки.

Рекламируют конкретные товары и торговые марки в целом. Вспомним рекламные ролики с историческими сюжетами, рекламирующие банк «Империал» в целом: в результатах проведенного Институтом высоких статистических технологий и эконометрики опроса об отношении молодежи к банкам именно «Империал» назывался существенно чаще других аналогичных финансовых учреждений.

Стараются связать товар с популярными личностями, организуют презентации, устраивают состязания, например ралли, победы в которых, конечно, прибавляют товару популярности у потребителей, проходят добровольную сертификацию товара, при которой независимый испытательный центр оценивает различные характеристики качества продукции.

В рекламном деле есть свои писанные и неписанные правила, свои нормативные акты. Например, можно расхваливать свой товар, но нельзя ругать товар конкретного конкурента.

Какой вид рекламы наиболее выгоден, дает наибольшую прибавку прибыли? Эту прибавку можно непосредственно увидеть в течение нескольких дней после рекламного мероприятия. Очевидно, не может быть универсальных рекомендаций, ответ зависит от конкретного товара и той аудитории, к которой обращена реклама.

Институт высоких статистических технологий и эконометрики распространял программные продукты по статистическим методам управления качеством. Реклама на телевидении, в изданиях общего профиля не дала ничего, ни одного заказа. Публикации в специализированных изданиях приносили по одному заказу на публикацию, что не оправдывало расходов на рекламу. Большой эффект приносили специально организованные демонстрации программных продуктов и консультации по их использованию. Но наиболее эффективным оказался метод «от человека к человеку», когда в организации-покупателе

находился сотрудник, знакомый с разработчиками пакета программ и знающий его достоинства. Эффективной оказалась также почтовая рассылка по списку, при которой к адресату обращались по имени-отчеству. Заказы на приобретение книги прислали около 30 % лиц, включенных в список.

Именно на методе «от человека к человеку» построены быстро развивающиеся в настоящее время системы сетевого (другое название — многоуровневого) маркетинга. При этом методе потребитель получает информацию о товаре от другого человека, причем зачастую хорошо знакомого. Распространение товара может быть дополнительным занятием. Например, домохозяйка время от времени собирает своих подруг и демонстрирует им достоинства косметики определенной фирмы или кухонной утвари.

Подобный вид рекламы имеет давнюю историю. Еще Я.И. Перельман, известный популяризатор науки, рассказывал в своих книгах о рекламной кампании по продаже велосипедов, проведенной в Германии в XIX в. Она проходила под лозунгом «Купите за 10 марок велосипед стоимостью 50 марок!». Как возможно такое нарушение законов экономики? Сначала покупатель высылал фирме 10 марок, но получал не велосипед, а 4 билета. Их он должен был продать своим четырем знакомым, каждый за 10 марок, и собранные 40 марок отправить фирме. Только после этого он получал свой велосипед, который действительно обходился ему только в 10 марок. Остальные 40 марок платили его знакомые, которым он продал билеты. И начинался следующий тур. Каждый из его четырех знакомых отправлял свой билет фирме, а в ответ получал 5 билетов, которые было необходимо распространить уже среди своих знакомых. И все повторялось — с небольшим нюансом. Пять владельцев билетов следующего тура оплачивали покупку велосипеда тому потребителю, который осчастливил их билетами. Конечно, заканчивалось все тем, что основная часть потенциальных владельцев велосипедов бродила с пачками билетов и пыталась найти покупателей на них. Именно они оплатили дешевые покупки счастливыхчиков.

Потом стало ясно, что продавать что-либо совсем не обязательно. В начале 1980-х гг. по СССР бродили «прелестные письма», состоящие из списка пяти лиц (с адресами) и сопроводительного текста. Предлагалось выслать первому в списке 10 руб., затем переписать письмо в 5 экземплярах, вычеркнув из списка первого, номера со второго по пятый уменьшив на единицу, а себя вписав пятым. После чего новый вариант предлагалось послать 5 своим знакомым. В сопроводительном тексте расписывался «эффект пирамиды»,



каждому участнику была обещана крупная сумма. Реально цепочки обрывались довольно быстро. Однако лица, попавшие близко к началу «игры», кое-что получали. Жене автора этой книги перевели 60 руб. Значит, ее чистый выигрыш составил 50 руб.

Дешевые велосипеды и «прелестные письма» показывают возможности систем самоорганизации потребителей, основанных на предоставлении выгод тем, кто привлечет новых покупателей. Фирма, создающая подобные системы, оформленные, например, как «клубы покупателей», приобретает массу добровольных пропагандистов своих товаров и при этом несет сравнительно малые затраты (только на скидки наиболее активным потребителям, привлекшим максимальное число новых покупателей).

**Специфический вид рекламы** — реклама рабочей силы, или поиск работы. Метод «от человека к человеку», т.е. «по знакомству», здесь также наиболее эффективен. Особенно в российских условиях, поскольку соответствует отечественным традициям подбора сотрудников.

Необходимо отметить, что в рекламном деле весьма часто приходится сравнивать между собой различные варианты рекламных действий, оценивать значимость их результатов. Для этого используют методы прикладной математической статистики и эконометрики, которым посвящено около одной шестой объема американского учебника по рекламе [6]. Для отечественного читателя такая большая доля математики в рекламном деле явно покажется странной, сочинения о рекламе на русском языке состоят в основном из наборов слов. Видимо, дело в том, что американские рекламисты прошли гораздо более долгий путь и успели убедиться в необходимости использования в своей работе богатого арсенала современной эконометрики.

**Методы завоевания рынка.** Теоретически говоря, завоевать потребителя можно либо более высоким качеством, либо более низкой ценой, чем у конкурентов. Вытеснение конкурентов административными или криминальными методами рассматривать не будем как противоречащие честному состязанию (конкуренции). Внушить потребителю представление о более высоком качестве вашей продукции должна реклама (см. выше). Обсудим ценовую политику.

Если товар является новинкой, т.е. имеет ряд принципиально новых качеств, то вполне оправданным представляется сначала установить достаточно высокую цену, рассчитанную на элитных покупателей. В дальнейшем эту «престижную» цену целесообразно постепенно снижать, охватывая все более широкие круги потребителей.

Если конкуренты производят близкие аналоги, то надо прежде всего проникнуть на рынок и закрепиться на нем. Это проще всего сделать, установив цены, более низкие, чем у конкурентов (как говорят, применив демпинг). Привлекая низкими ценами потребителей, мы одновременно наносим удар по конкурентам, уменьшая их долю рынка, уменьшая прибыль, в конечном счете разоряя и заставляя уходить с рынка. Например, куриные окорочка из США продавались в России в 90-е гг. XX в. по более низким ценам, чем отечественные куры. В результате российские птицефабрики были разорены, многие из них прекратили существование, на иных осталось 10–20 % прежнего количества птицы.

Одна из вновь созданных газет практиковала бесплатную двухмесячную подписку. Предполагалось, что за два месяца читатели привыкнут к этой газете и затем перейдут на платную подписку. Прием тот же, что у торговцев наркотиками — сначала дают зелье бесплатно, добиваются привыкания, а затем — плати! Закрепившись на рынке и оттеснив конкурентов, можно и повысить цену — большинство покупателей по привычке останутся с вами. Конечно, есть много способов камуфляжа: например, новая цена устанавливается не на тот же товар, а на (якобы) усовершенствованный.

Государства часто вмешиваются в описанные выше ситуации конкуренции, принимая антидемпинговые законы, устанавливая таможенные пошлины и квоты на ввозимый товар (например, при ввозе японских автомашин и российской стали в США). Защита отечественного товаропроизводителя, несомненно, повышает безопасность государства, хотя и противоречит принципам свободного рынка, сформулированным еще в XVIII в. Эти принципы — скорее достояние теории, чем практики. Следует ожидать все более активного вмешательства государственных органов в экономическую жизнь, в частности в связи с ростом внимания к проблемам экологии (подробнее см. гл. 2.5).

**Создание новых потребностей.** Развитие технологии и общества в целом постоянно приводит к созданию новых потребностей. Особенно хорошо это видно в исторической перспективе. Всего сто лет назад не было телевизоров, компьютеров, пассажирских самолетов, а потому не было и потребностей в них. Всего 200 лет назад не было телеграфа, железнодорожного сообщения, и — что самое интересное — люди в них не нуждались. Можно сказать и так — без них обходились. Не нуждались в телевизоре — и рассказывали друг другу сказки. Большинство населения и не мечтало о среднем или высшем образовании, спрос на печатную продукцию был весьма мал по сравнению с нынешним временем. Каждый без труда продолжит ряд сравнений.

Как входят в жизнь новые потребности? Какова в этом роль маркетинга? В качестве примера рассмотрим маркетинговую стратегию для внедрения компьютерной сети Интернет. Всего несколько лет назад мы превосходно обходились без этого достижения современной технологии. Сейчас на рядового потребителя, хотя бы отчасти связанного с компьютерной техникой, усиливается рекламное давление. Это и различные рекламные публикации, и передачи в средствах массовой информации. Это и рассказы знакомых (правда, выясняется, что наиболее привлекательным для многих является беспрецедентное собрание анекдотов, в создание которого внесли свой вклад многие пользователи Интернета). Это и интервью государственных деятелей, даваемые через Интернет. Становится модным иметь свой номер электронной почты, свой сайт в Интернете. В результате компьютерно-программная индустрия получает новых потребителей, а потому и новые финансовые вливания.

Двумя десятилетиями раньше началась операция под лозунгом «Каждый специалист должен уметь работать с компьютером». Успех этой кампании в СССР определился тем, что в средней школе был введен предмет «Информатика», школы всеми правдами и неправдами добыли компьютеры для обучения, и все граждане России, родившиеся в последней четверти XX в., знакомы с компьютерами. Как же это знание используется? Больше всего компьютерного времени тратится на игры, на втором месте — использование компьютеров вместо пишущей машинки (это так престижно!), на третьем — в бухгалтерии (число сотрудниц бухгалтерии при внедрении компьютеров почему-то обычно не сокращается). Научные исследования и управление производством, где компьютеры в основном могут проявить свои возможности и доказать свою незаменимость, — на последнем месте.

На создание новой потребности может толкнуть развитие общества. Понятно без лишних пояснений, как социально-экономическая ситуация в России отражается на рынке средств самозащиты. Легализация торговли пистолетами и автоматами привела бы к весьма бурному росту этого рынка, поскольку почти каждый гражданин уже осознал свою потребность в рассматриваемом товаре.

В конце раздела — более простой пример. Если популярный музыкант или певец появится на сцене с кольцом в носу, то у его поклонников и особенно поклонниц сразу прорезывается потребность в таких же украшениях, а затем в ответ на потребность появляются производство колец для носа и медицинские салоны по прокалыванию носов.

Итак, маркетинг и его составляющие — рекламное дело, «связи с общественностью», организация презентаций и выставок и т.д. и т.п. — сфера деятельности, которой занимаются многие тысячи людей разной степени профессиональной подготовленности. Естественно, имеется огромное количество литературных источников, посвященных методам проведения рекламы, изучения и завоевания рынка, анализа и прогнозирования поведения потребителей и конкурентов. Конкретные вопросы разработки и осуществления маркетинговой политики рассмотрены в многочисленных публикациях по проблемам маркетинга. Понятно, что маркетинг на промышленном предприятии [15] отличается от маркетинга в банке [16]. Тем не менее методы маркетинговых исследований во всех сферах деятельности обладают многими общими чертами [17–19].

### **Список использованной литературы**

1. Шмален Г. Основы и проблемы экономики предприятия. — Москва : Финансы и статистика, 1996. — 512 с.
2. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.
3. Орлов А.И. Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.
4. Орлов А.И. Сертификация и статистические методы // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. — 1997. — № 3. — С. 55–62.
5. Орлов А.И. Непараметрические критерии согласия Колмогорова, Смирнова, омега-квадрат и ошибки при их применении // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — № 97. — С. 32–45.
6. Сэндидж Ч., Фрайбургер В., Ротцолл К. Реклама: теория и практика / перевод с английского. — Москва : Прогресс, 1989. — 630 с.
7. Орлов А.И. Метод ценообразования на основе оценивания функции спроса // Научный журнал КубГАУ. — 2020. — № 158. — С. 250–267.
8. Ядов В.А. Стратегии и методы качественного анализа данных // Социология: методология, методы, математические модели. — 1991. — № 1. — С. 14–31.
9. Орлов А.И. Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 843 с.

10. Опыт применения ЭВМ в социологических исследованиях. — Москва : Институт социологии РАН : Советская социологическая ассоциация, 1977. — 158 с.

11. Орлов А.И. Модель оптимизации моментов выпуска новых моделей продукции на рынок // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — № 102. — С. 64–77.

12. Орлов А.И. Теория принятия решений : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.

13. Орлов А.И. Искусственный интеллект: нечисловая статистика : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 446 с.

14. Казаков А.П., Карчевский П.А. Реферат-дайджест учебника К. Макконнелла и С. Брю «Экономика: принципы, проблемы, политика». — Москва : Менеджер, 1993. — 176 с.

15. Орлов А.И. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование : учебное пособие для вузов. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. — 475 с.

16. Рыжикова Т.Н. Банковский маркетинг. — Москва : Радио и связь, 2001. — 128 с.

17. Голубков Е.П. Маркетинговые исследования: теория, практика и методология. — Москва : Финпресс, 1998. — 416 с.

18. Рыжикова Т.Н. Анализ деятельности конкурентов. — Москва : ИНФРА-М, 2015. — 266 с.

19. Рыжикова Т.Н. Аналитический маркетинг: что должен знать маркетинговый аналитик. — Москва : ИНФРА-М, 2013. — 288 с.

### **Контрольные вопросы и задачи**

1. Назовите этапы жизненного цикла продукции, выделяемые Международной организацией по стандартизации.

2. На каком этапе жизненного цикла находится ваша собственная семья?

3. Постройте кривую спроса по данным табл. 2.1.

4. Для данных табл. 2.1 найдите оптимальные розничные цены при оптовых ценах, равных 5, 20, 30, 35, 40 руб.

5. Почему различаются проблемы маркетинга на стадии исследований и проектирования продукции и на стадии обращения и эксплуатации (потребления) продукции?

5. Как выбирать интервалы между выпуском на рынок новых марок продукции?

6. Как социально-экономическая ситуация в России отражается на рынке средств самозащиты?

### ***Темы докладов, рефератов, исследовательских работ***

1. Проблемы маркетинга при открытии и работе фирмы, распространяющей компьютерную технику и программные продукты.

2. Классификация различных типов семей (с учетом неполных семей и семей, состоящих из нескольких поколений) и описание их типичного потребительского поведения.

3. Сглаживание кривой спроса с помощью эконометрических методов, в частности метода наименьших квадратов [3].

4. Проведите изучение потребительских предпочтений потребителей путем опроса группы ваших товарищей.

5. Восстановите пропущенные звенья при анализе математической модели оптимизации моментов выпуска продукции на рынок и проведите расчеты для нескольких типичных значений параметров.

6. Разработайте маркетинговую политику для предприятия, на котором Вы работаете или с деятельностью которого хорошо знакомы.

## **2.2. ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

**Инновация** — это нововведение, изменение. Любая инновация — результат принятия решения или целой серии решений. Некоторые изменения навязываются извне, инициаторами других являемся мы сами. Изменение курса доллара или экономической обстановки в целом навязано вашей организации извне, и она вынуждена предпринимать ответные меры, чтобы сократить убытки. Переезд на другую квартиру, смена места работы, свадьба — изменения, инициаторами которых являетесь вы сами. Большое влияние инноваций на хозяйственную деятельность, на производство, поставщиков и потребителей вызывает необходимость управления изменениями. Это и есть инновационный менеджмент.

## 2.2.1. Подготовка и проведение нововведений — часть работы менеджера

**Мы живем среди изменений и вынуждены меняться сами.** Чтобы выжить, люди вынуждены меняться ради приспособления к обстоятельствам и событиям вокруг них и в них самих. Организации также постоянно приспосабливаются и совершенствуются. Чтобы не просто выжить, а расти и развиваться, они вынуждены очень серьезно изменять себя с целью достижения поставленных целей.

### ***Причины изменений могут быть разнообразны:***

- снижение спроса на какие-то конкретные виды продукции или услуг, скажем на черно-белые телевизоры;
- слияние компаний, занимающихся розничной торговлей (что может привести к монополизации и повышению цен);
- общий спад активности в компаниях, занимающихся розничной продажей, что, в свою очередь, может быть связано с изменением курсов валют;
- изменение предпочтений потребителей, например общественно значимое увеличение заботы о здоровье; появление новых технологий, новых видов товаров и услуг (например, новых видов смартфонов, домашних персональных компьютеров и аксессуаров к ним);
- смена местного или общенационального руководства;
- стихийные бедствия как естественного (землетрясения, пожары, наводнения, ураганы и др.), так и техногенного (аварии на производстве или в жилищно-коммунальной сфере) происхождения.

Термин **«инновация»** происходит от латинского слова *«innovato»*, что означает обновление или улучшение. В самом общем плане этот термин можно понимать как особую культурную ценность (материальную или нематериальную), которая в данное время и в данном месте воспринимается людьми как новая. Только в начале XX в. стали изучаться закономерности технических нововведений.

Принято считать, что понятие «нововведение» является русским вариантом английского слова *innovation*. Буквальный перевод с английского означает «введение новаций» или в нашем понимании этого слова «введение новшеств». Под новшеством понимается новый порядок, новый обычай, новый метод, изобретение, новое явление. Русское словосочетание «нововведение» (в буквальном смысле — «введение нового») означает процесс использования новшества.

В мировой экономической литературе «инновация» интерпретируется как превращение потенциального научно-технического прогресса (НТП) в реальный, воплощающийся в новых продуктах и технологиях. Проблематика нововведений в нашей стране на протяжении многих лет разрабатывалась в рамках экономических исследований НТП.

В литературе насчитывается множество определений понятия «инновация». Будем понимать под инновацией любое нововведение или изменение. Естественно, выделять научно-технические и управленческие инновации. Первые основаны на новых научных и технических решениях, а вторые — на новых организационных решениях.

**Уровни изменения.** Целесообразно разделять изменения на индивидуальном уровне, на уровне группы (например, отдела или цеха), на уровне организации в целом, на более высоком уровне (отрасли, региона или всего государства). При возрастании уровня изменения увеличиваются сроки и сложность его осуществления.

На индивидуальном уровне решение об осуществлении нововведения может быть принято мгновенно. Иногда и сама инновация может быть осуществлена мгновенно. Например, бросить (или начать) курить можно мгновенно. На другие изменения, скажем места работы, может понадобиться несколько месяцев. Отметим, что вся борьба вокруг нововведения, перебор аргументов «за» и «против» происходят внутри вас самих, а потому могут быть ограничены во времени.

На уровне малой группы (так называют группу, все члены которой друг друга хорошо знают) возникают новые аспекты, связанные с борьбой отдельных членов группы за или против инновации. Достичь единства действий можно либо приказом (тогда будут недовольные, возможен явный или тайный саботаж), либо убеждением в личной пользе нововведения для каждого, либо дискуссией с приходом к компромиссу (оппоненты поддержат данное нововведение в обмен на уступки в иных направлениях). Мгновенно решение не может быть принято, понадобится обсуждение, как организованное (в виде собраний), так и в кулуарах. Возможно, что некоторые сотрудники покинут группу, либо по своей воле, либо под давлением руководства и/или коллектива.

На уровне организации в целом процесс осуществления изменения еще более сложен и продолжителен, поскольку его идея должна овладеть не только высшим руководством, но и всеми малыми группами, из которых состоит организация. Возможны противостояния различных частей организации, вплоть до забастовок и раскола организации на несколько.



Преобразования на уровне государства могут занимать годы и десятки лет, а решение конфликтов может осуществляться в вооруженной борьбе, вплоть до гражданской войны.

**Пример инновации — персональный компьютер.** Обсудим такое нововведение, как появление персональных компьютеров. Чтобы понять значение этого явления, надо начать с краткой истории развития компьютерной отрасли [1].

С 40-х гг. XX в. развитие вычислительной техники шло в направлении создания все более и более мощных компьютеров. Они занимали большие залы, потребляли массу электроэнергии. Между пользователем и ЭВМ, как правило, стоял посредник — программист. Для расширения доступа к ЭВМ к одному системному блоку присоединяли несколько мониторов. В 1970-х гг. начались разговоры о сетях ЭВМ, об объединении вычислительных ресурсов. Реальная ситуация была иной: общение даже с «материнской» ЭВМ зачастую было затруднено из-за несовершенства технического и программного обеспечения. Например, приходилось, сидя у монитора, долго ждать ответа на простейшие вопросы, поскольку ресурсы центральной ЭВМ тратились в это время на работу с другими мониторами, в основном на перекачку из ЭВМ на монитор и обратно больших массивов данных и программного обеспечения.

Первые экземпляры персональных компьютеров появились в 1973 г. К ним вначале относились как к редким дорогостоящим игрушкам. Однако уже в 1976 г. было продано более 20 тыс. персональных компьютеров, причем три четверти из них купили те, кто собирался применять новый вид ЭВМ в своей профессиональной деятельности, а не только в сфере досуга. И начался бум. В 1977 г. использовалось 50 тыс. персональных компьютеров, а через 5 лет — в 1982 г. — уже 5 млн. Рост в 100 раз!

Фирмы, подхватившие поддержанное потребителями нововведение, стремительно росли. Основанная в 1977 г. фирма «Эпл компьютер» с общим капиталом в 2 500 долл. за 6 лет достигла годового объема продаж в 1 млрд долл.

Фирмы, выпускавшие большие ЭВМ, не предвидели появления и бурного успеха персональных компьютеров и не смогли сразу перестроиться. Экономические последствия ошибочного прогноза тенденций развития компьютерной индустрии измерялись к началу 80-х гг. XX в. сотнями миллионов долларов США ущерба (фирмы «Айтел», «Ай-си-эл») или миллиардами долларов упущенной прибыли (фирма «ИБМ»). В результате в сентябре 1980 г.

одна из крупнейших компьютерных фирм «Айтел» была объявлена банкротом. Общая сумма задолженности составляла к этому времени 1,2 млрд долл. И это при том, что с 1974 по 1978 гг. валовой доход «Айтел» вырос в 4 раза и достиг 690 млн долл. США.

В 1979 г. валовой доход фирмы «ИБМ», измеренный в постоянных ценах, впервые (за все время ее занятий компьютерным бизнесом) уменьшился. Но гигант устоял, перехватив инициативу у первооткрывателей. 12 августа 1981 г. фирма «ИБМ» выпустила свой собственный персональный компьютер. В настоящее время 99 % используемых в России персональных компьютеров выпущены либо непосредственно этой фирмой, либо фирмами, чья продукция совместима с компьютерами фирмы «ИБМ».

Другие виды компьютеров, например семейство «Макинтошей» фирмы-первооткрывателя персональных компьютеров «Эпл компьютер», выглядят в России экзотикой. Связано это с особенностями экономической истории России. Общеизвестные к настоящему времени ошибки в технической политике отечественных товаропроизводителей в области компьютерной техники привели к тому, что российский рынок во второй половине 80-х гг. XX в. оказался практически полностью свободным для импортных компьютеров. Первыми ворвались на этот рынок и практически полностью захватили его фирмы, производящие совместимые с «ИБМ» компьютеры. Перед «Эпл компьютер» стоял запрет, наложенный правительством США в годы холодной войны, на поставки в СССР продукции высокотехнологичных отраслей. Когда запрет сняли, было уже поздно — рынок захватили конкуренты. «Макинтоши» с трудом отвоевали 1 % рынка.

Между тем «Эпл компьютер» выпускает больше компьютеров, чем любая иная фирма, больше, чем даже «ИБМ» — в целом 10–12 % машин от мирового выпуска. Но «ИБМ» работает вместе с партнерами, чья продукция совместима с их персональными компьютерами, а «Эпл компьютер» — в гордом одиночестве. Поэтому, несмотря на ряд технических и программных преимуществ продукции фирмы «Эпл компьютер», позиции «ИБМ» выглядят более предпочтительно. Для «Эпл компьютер» вырваться вперед оказалось легче, чем удержаться на первых ролях.

**Новшества и инновации.** В 1911 г. И. Шумпетер выделил *пять типичных изменений* [2], с которыми имеет дело менеджер:

- 1) использование новой техники, новых технологических процессов или нового рыночного обеспечения производства (в процессе купли-продажи);
- 2) внедрение продукции с новыми свойствами;
- 3) использование нового сырья;

4) изменения в организации производства и его материально-технического обеспечения;

5) появление новых рынков сбыта.

Позднее, в 1930-е гг., он рассматривал инновацию как изменение с целью внедрения и использования новых видов потребительских товаров, новых производственных и транспортных средств, рынков и форм организации в промышленности.

В конце XX в. инновация иногда определяется как конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, либо в новом подходе к социальным услугам.

Научно-технические разработки и нововведения выступают как промежуточный результат научно-производственного цикла и по мере практического применения превращаются в научно-технические инновации — конечный результат. Научно-технические разработки и изобретения являются приложением нового знания с целью его практического применения, а научно-технические инновации — это материализация новых идей и знаний, открытий, изобретений и научно-технических разработок в процессе производства с целью их коммерческой реализации для удовлетворения определенных запросов потребителей. С этой точки зрения неизменными свойствами инновации являются научно-техническая новизна и производственная применимость. Коммерческая реализуемость по отношению к инновации выступает как потенциальное свойство, для достижения которого необходимы определенные усилия.

Из сказанного следует, что инновацию — результат — нужно рассматривать неразрывно с инновационным процессом. Термины «инновация» и «инновационный процесс» близки, но не однозначны. Инновационный процесс связан с созданием, освоением и распространением инноваций.

Понятия «новшество» и «нововведение» нередко отождествляется, хотя между ними есть и некоторые различия. **Новшество** — это новый порядок действий, новый метод, оформленный результат фундаментальных, прикладных исследований, разработок или экспериментальных работ в какой-либо сфере деятельности по повышению ее эффективности. Новшества могут оформляться в виде открытий, изобретений, патентов, товарных знаков, рационализаторских предложений, документации на новый или усовершенствованный

продукт, технологию, управленческий или производственный процесс. Новшества могут быть зафиксированы в головах людей, на бумажных или электронных носителях. Информация о новшествах содержится в научной и технической литературе, а также в нормативных и методических документах (стандартах, рекомендациях, методиках, инструкциях и т.п.), отчетах о маркетинговых исследованиях и т.д.

Новшества могут разрабатываться по любой проблеме на любой стадии жизненного цикла товара, в частности, в рамках стратегического маркетинга, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и т.д. Новшества могут быть покупными или собственной разработки, предназначенными для накопления, продажи или внедрения в производственный процесс выпускаемой фирмой продукции (выполняемой услуги), т.е. превращения в форму инновации.

Термин «**нововведение**» означает, что новшество используется. Вложение инвестиций в разработку новшества — половина дела. Главное — внедрить новшество, превратить новшество в форму инновации, т.е. завершить инновационную деятельность и получить положительный результат, затем продолжить диффузию инновации. Для разработки новшества необходимо провести маркетинговые исследования, НИОКР, организационно-технологическую подготовку производства, производство и оформить результаты. В связи с этим часто говорят, что инновация — конечный результат внедрения новшества с целью изменения объекта управления и получения экономического, социального, экологического, научно-технического или другого вида эффекта.

**О трактовке основных понятий инновационного менеджмента.** В термин «инновация» различные авторы зачастую вкладывают несколько различающийся смысл. Так, в [3] под инновацией (нововведением) понимают итоговый результат создания и освоения (внедрения) принципиально нового или модифицированного средства (новшества). Оно должно удовлетворять конкретным общественным потребностям и давать те или иные положительные эффекты (экономические, научно-технические, социальные, экологические и др.). М. Хучек [4] отмечает, что в «Словаре польского языка» инновация означает внедрение чего-либо нового, какой-либо новой вещи, новинку, реформу. А.И. Пригожин [5] считает, что нововведение сводится к развитию технологии, техники, управления на стадиях их зарождения, освоения, распространения на других объектах. Ю.П. Морозов [6] под инновациями в широком

смысле понимает прибыльное использование новаций в виде новых технологий, видов продукции, новых организационно-технических и социально-экономических решений производственного, финансового, коммерческого или иного характера. В соответствии с Руководством Фраскати (документ принят международной Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в 1993 г. в итальянском городе Фраскати) инновация определяется как конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, либо в новом подходе к социальным услугам. Авторы справочного пособия [7] считают, что **инновация** — использование в той или иной сфере общества результатов интеллектуальной (научно-технической) деятельности, направленных на совершенствование процесса деятельности или его результатов.

По нашему мнению, инновация — это любое нововведение [8]. Насколько нововведение хорошо (в том или ином смысле), определяется при анализе или со временем, но эта оценка не должна входить в определение изучаемого явления.

**Инновационный процесс** — более широкое понятие и может быть рассмотрен с различных позиций и с различной степенью детализации.

Во-первых, он представляет собой осуществление научно-исследовательской, научно-технической, собственно, инновационной, производственной деятельности и маркетинга. Во-вторых, под ним можно понимать временные этапы жизненного цикла нововведения от возникновения идеи до ее разработки и распространения. В-третьих, с финансовой точки зрения его можно рассматривать как процесс финансирования и инвестирования разработки и распространения нового вида продукта или услуги. В этом случае он выступает в качестве инновационного проекта, рассматриваемого как частный случай инвестиционного проекта.

Более плодотворно обсуждать не инновацию как таковую, а инновационный процесс. В нем выделяют 13 этапов [9], разбитых на три стадии. Первая — путь от идеи до опытного образца, который проходят авторы идеи новшества. Вторая стадия — подготовка к массовому производству. Обычно для реализации этой стадии создают малое внедренческое предприятие. На третьей стадии крупное предприятие осуществляет массовый выпуск. При этом

инновационный процесс переходит в инвестиционный (см. гл. 2.3), поэтому часто говорят (например, в ракетно-космической отрасли) об инновационно-инвестиционных проектах.

В общем случае инновационный процесс состоит в получении и коммерциализации изобретения, новых технологий, видов продукции и услуг, решений производственного, финансового, административного или иного характера и других результатов интеллектуальной деятельности. Опишем укрупненные типовые этапы инновационного процесса.

Как правило, на первом этапе инновационного процесса проводятся фундаментальные исследования. Они обычно осуществляются в академических институтах, высших учебных заведениях и отраслевых специализированных институтах, лабораториях. На данном этапе имеется наибольшая вероятность отрицательного результата, поэтому повсюду в мире финансирование фундаментальных исследований осуществляется в основном из государственного бюджета на безвозвратной основе.

На втором этапе проводятся исследования прикладного характера. Они осуществляются в научных учреждениях всех видов и финансируются как за счет бюджета (в рамках государственных научных программ или на конкурсной основе), так и за счет негосударственных заказчиков. Только на данном этапе в качестве инвесторов могут появляться частные фирмы. Поскольку результат прикладных исследований далеко не всегда предсказуем, сопряжен с большой долей неопределенности, на этом этапе также велика вероятность получения отрицательного результата.

На третьем этапе осуществляются опытно-конструкторские и экспериментальные разработки. Они проводятся как в специализированных лабораториях, конструкторских бюро (КБ), опытных производствах, научно-исследовательских институтах (НИИ), так и в научно-производственных подразделениях крупных промышленных предприятий. Источники финансирования те же, что и на втором этапе, а также собственные средства организаций.

На четвертом этапе осуществляется процесс коммерциализации нового продукта, который заключается в запуске его в производство, выходе на рынок и движении далее по основным этапам жизненного цикла продукта. На рубеже третьего этапа и выхода на рынок, как правило, требуются большие инвестиции в производство для создания (расширения) производственных мощностей, подготовки технологических процессов и персонала, рекламной деятельности и др.

В России до 1990-х гг. инновационная деятельность велась в основном в крупных государственных учреждениях, управляемых посредством бюджетного финансирования и планирования. В условиях кризиса отечественной экономики особое значение приобретает развитие малого предпринимательства в сфере инновационной деятельности. Причины понятны — именно малые предприятия являются наиболее мобильными и адаптирующимися предпринимательскими структурами, так как из-за ограниченности ресурсов малые предприятия вынужденно ориентированы на ускоренную разработку и способны быстрее, чем крупные предприятия, перестраивать производство и внедрять инновации.

**Вред и польза инноваций.** Первая реакция на предложения об изменениях обычно является отрицательной. Большинство людей отвергают перспективу инновационного развития. Почему же к новшествам настороженное отношение? Перечислим некоторые *причины отрицательного отношения к инновациям*.

1. Иногда новшества приносят явный вред.

*Пример 1.* Экономические реформы в России, проводящиеся с 1987 г., привели к падению всех макроэкономических характеристик (валового внутреннего продукта, объема промышленного производства и — особенно — капиталовложений в основные фонды) и уровня жизни (статистические данные приведены в гл. 2.5 и [10]).

2. Новшества обычно требуют от потребителей значительных материальных, финансовых, кадровых вложений для своего освоения. Особенно это заметно для инноваций в быстроразвивающихся областях, например в сфере информационных технологий. Приходится постоянно менять компьютеры и программное обеспечение на вновь появляющиеся варианты, тратить время на их освоение. Как говорил один из героев Льюиса Кэрролла, «чтобы оставаться на месте, надо бежать изо всех сил». Кроме бега на месте из-за внешнего инновационного давления, хочется продвигаться в своем деле, но на это остается мало времени и сил.

Хорошо известно, что любая управленческая инновация, прежде всего реорганизация (реструктуризация), на некоторое время резко снижает эффективность работы подразделения или фирмы. Недаром древнее китайское проклятие звучит так: «Чтоб тебе жить во время перемен!».

*Пример 2.* Эту книгу автор писал, сидя за компьютером. А первая книга около полувека назад была набита на пишущей машинке. Пушкин писал от

руки. Прогресс техники очевиден. Чем дальше, тем дороже. А результат? Общий объем и качество написанного одним конкретным человеком за свою жизнь не растут. Скорее, наоборот, сокращаются.

3. Новшества вытесняют то, что было раньше. Оптимисты говорят: «Лучшее — враг хорошего». Но дело в том, что уходит не только само «хорошее», но и многое, с ним связанное.

**Пример 3.** Смена поколений компьютеров и программного обеспечения привела к невозможности использования диалоговых систем по статистическим методам управления качеством, разработанных лет 30–35 назад [9]. Чтобы их можно было широко применять, коллективу разработчиков необходимо постоянно переносить программный продукт на новую аппаратную и программную базу. Персонаж древнегреческих мифов Сизиф втаскивал камень на вершину горы, откуда он срывался вниз, и начинался новый цикл работы. Сизифов труд — адаптировать систему для нового поколения компьютеров и программ, а по окончании практически сразу же переходить к следующему поколению. Ясно, что не всех специалистов привлекают перспективы Сизифа. В результате с рынка ушли многие интересные и полезные разработки. В 20-х гг. XXI в. российский рынок прикладных программных продуктов гораздо беднее, чем он был в конце 80-х и начале 90-х гг. XX в.

**Пример 4.** Можно приводить и не столь специальные примеры. Распространение телевидения и Интернета уменьшило использование книг для работы и отдыха. Теперь уже встречаются лица, которые не понимают, что информацию можно искать не только в Интернете, но и в библиотеках. Потери очевидны: основные накопленные человечеством знания находятся пока еще не в Интернете, а в книгах. К тому же в Интернете много мусора. Разнообразные невежды беспрепятственно засоряют информационное поле безграмотными текстами, вместо того чтобы читать и учиться.

**Пример 5.** Распространение телефонной связи привело к уменьшению роли писем. Будущие поколения уже не смогут получить о нашем времени столь богатой информации, какой мы располагаем о жизни деятелей XIX в.

Оценивая суммарный результат инноваций, во все времена многие философы считали, что общемировая ситуация с течением времени ухудшается. «Золотой век» человечества всегда находился в прошлом. Оптимистическая вера в «светлое будущее» обычно связывалась с недостаточной информированностью. И в начале XXI в. пессимистические оценки преобладают. Человечество настолько ухудшило и продолжает ухудшать окружающую среду, что это ставит под угрозу само существование человечества.



Хотя вред от инноваций очевиден, тем не менее поток изменений нарастает. Почему же общество поддается напору новаторов? *Укажем несколько причин.*

1. С помощью подготовки и внедрения изменений новаторы добиваются своих целей — денег, власти, признания в обществе. Большое значение имеют реклама и другие методы воздействия на рынок. Разжигается недовольство старым. Воспитывается привычка смотреть на использование инновационного товара как на престижное занятие. Вспомним пример 1 выше: критика недостатков СССР казалась вполне обоснованной, пока не проявились результаты реформ.

2. Стремление к новому присуще человеку как биологическому виду. Отказаться от инноваций — значит перестать быть человеком.

3. Инновации обычно приносят непосредственную пользу — позволяют повысить эффективность производства и управления, улучшают быт людей. Вред от инноваций связан, как правило, с непредвиденными побочными последствиями.

Отметим, что инновации не ограничиваются сферой материального производства. Большое значение имеют управленческие инновации. Выпускается научно-практический журнал «Инновации в менеджменте».

### 2.2.2. Инструменты инновационного менеджмента

Рассмотрим некоторые приемы и методы, короче, инструменты, которыми может пользоваться менеджер при осуществлении изменений.

**Анализ поля сил.** Управляет изменением менеджер. Ему надо не только спланировать изменение, но и убедить исполнителей в целесообразности нововведения, в том, что оно принесет пользу, а также нейтрализовать действия противников изменения.

При анализе ситуации полезно выделять *движущие силы*, т.е. силы, вызывающие и/или способствующие изменению, и *сдерживающие силы*, действие которых направлено против изменения. Конечно, важно учитывать относительную «мощность» сил.

Если движущие и сдерживающие силы равны, то ничего не происходит. Чтобы нарушить равновесие в пользу изменения, менеджеру необходимо усилить движущие силы и ослабить сдерживающие. Для этого прежде всего полезно выявить *потенциал для изменения*, т.е. потенциальные силы, которые способны стать движущими силами изменения, но в настоящее время еще не действуют. Пробудить этот потенциал — задача менеджера.

**Основные силы сопротивления изменению.** Выделяют четыре основные причины сопротивления изменениям: узкособственнический интерес, неправильное понимание ситуации, различная оценка ситуации, низкая терпимость к изменению.

**Узкособственнический интерес** — это, в частности, ожидание отдельными людьми потерь чего-то ценного (денег, статуса и т.п.) в результате изменений. Подобные ожидания не всегда оправданы, и менеджер в силах разъяснить реальные последствия изменения и предложить какие-либо компенсационные меры. С другой стороны, если в результате реорганизации органа управления конкретный чиновник лишится возможности брать взятки (например, в результате изменения схемы делопроизводства, рационализации процессов принятия решений или усиления контроля), то он всегда будет бороться против такой реорганизации, различными способами и используя различные аргументы.

Неправильное понимание ситуации обычно связано с неверной трактовкой намерений руководства, низкой степенью доверия к нему или вообще полным отсутствием доверия. Например, когда граждане не доверяют руководству города, любые действия этого руководства будут наталкиваться на их пассивное или активное сопротивление, даже если объективно предлагаемые инновации идут на пользу гражданам. Менеджер способен эффективно бороться с неправильным пониманием ситуации, активно разъясняя реальную суть инновации как на собраниях, так и индивидуально.

Различная оценка ситуации сотрудниками по сравнению с руководством приводит к неблагоприятному восприятию инновации. Обычно она основана на наличии важной информации, которая, по их мнению, неизвестна руководству. Если такие сотрудники высказывают открытое несогласие, то проблема их сопротивления инновации может быть снята путем дискуссии. Имеющаяся у них информация будет доведена до руководства и тщательно обсуждена. В результате либо они убедятся в необоснованности своих сомнений, либо в инновационные планы будут внесены изменения в соответствии с вновь поступившей информацией, либо будет установлено принципиальное расхождение позиций, в результате чего сотруднику придется сменить должность или компанию.

Хуже, если различная оценка ситуации сотрудниками не проявляется в открытом несогласии. Тогда менеджеру придется применить свои «дипломатические» навыки, чтобы, во-первых, обнаружить противодействие, во-вторых, понять его причины. Дальнейшие действия менеджера — как в предыдущем случае.

Низкая терпимость к изменению может быть основана на естественном консерватизме людей, нежелании что-либо менять (стремлении экономить усилия) либо на опасении, что в создавшейся после внедрения инновации ситуации выявится недостаток имеющихся у них знаний, навыков, умений или способностей. Менеджер в состоянии повысить терпимость к изменению, разъясняя его пользу для организации в целом и для каждого конкретного сотрудника в частности, разбирая должностные обязанности сотрудника после реализации нововведения.

**Методы преодоления сопротивления изменению.** Менеджер может применять различные методы преодоления сопротивления изменению.

*Один из наиболее естественных методов* — предоставление информации. О предстоящей инновации подробно рассказывается всем сотрудникам организации. Если менеджеру удалось убедить людей, они во многих случаях будут помогать руководству организации в осуществлении изменения. Однако этот подход может потребовать много времени и трудозатрат, если инновация затрагивает многих людей.

*Другой метод* — вовлечение сотрудников в проектирование и осуществление инновации. В этом случае менеджер определяет только основные позиции, оставляя детали сотрудникам. Люди, которые принимают участие в проектировании инновации, будут испытывать чувство ответственности за осуществление изменения. С другой стороны, этот подход также может потребовать много времени и трудозатрат. Особенно если участники запроектируют неподходящие изменения, не соответствующие общему плану менеджера, и в результате ему придется затратить много усилий, чтобы направить энергию помощников в нужное русло.

Помощь и поддержка со стороны менеджера могут оказаться весьма эффективным средством, если люди сопротивляются из-за проблем адаптации к новым условиям. Однако вполне возможно, что не всем сотрудникам удастся адаптироваться, и им придется уйти.

Переговоры с отдельными сотрудниками и их группами (подразделениями, профсоюзами), с коллегами-менеджерами, завершающиеся заключением письменного соглашения, позволяют прийти к компромиссам, когда взамен реальных или воображаемых потерь при инновации стороны получают улучшения в других аспектах жизни и деятельности. Письменный договор позволяет избежать конфликтов в будущем. Однако успех одних переговоров может спровоцировать требования о проведении подобных переговоров с другими группами и затянуть процесс преобразования.

Перечисленные четыре метода являются вполне честными и открытыми. Однако менеджеры зачастую используют и методы, которые не всегда можно одобрить с этической точки зрения.

Один из них — манипулирование людьми с избирательным использованием информации и сознательным изложением событий в определенном порядке. Например, выпячиваются положительные стороны инновации и скрываются отрицательные (для тех или иных групп сотрудников), т.е. предоставляется односторонняя информация, на основе которой люди вовлекаются в инновацию, не представляя себе всех последствий. Другой вариант — так называемая «кооптация», при которой поддержка нововведения со стороны уважаемых лиц (например, генерального директора) или групп (например, правления фирмы) достигается путем их лжеучастия в проектировании нововведения. Например, генеральный директор фирмы может председательствовать на собрании, посвященном инновации, а ее правление — обсудить нововведение. Но при этом инициаторы инновации не стремятся реально вовлечь генерального директора и правление в проектирование и осуществление инновации, они хотят лишь заручиться их поддержкой. В то же время — в этом и есть обман — у рядовых сотрудников создается впечатление, что нововведение осуществляется под руководством генерального директора и правления. К описанному методу близок распространенный обычай начинать, например, научные конференции с выступлений уважаемых людей — мэров городов, ректоров вузов и др., у которых есть только один недостаток — полная некомпетентность в проблемах, которыми занимается конференция. Именно поэтому указанные уважаемые люди исчезают вскоре после своего выступления, посвященного общим вопросам.

Наконец, надо назвать метод явного или неявного принуждения, когда менеджер заставляет принять инновацию под угрозой потери должности, работы и других благ. Аналогом в отношениях между государствами является использование вооруженной силы, т.е. война. Сотрудники, побежденные и поработанные менеджером, могут смириться, но в дальнейшем нельзя рассчитывать на дружелюбное сотрудничество. С другой стороны, без принуждения не обойтись, если необходимо быстро провести непопулярные изменения, диктуемые внешней обстановкой.

Наиболее распространенной ошибкой менеджеров является использование одного или небольшого числа методов независимо от ситуации. Вторая по распространенности ошибка — метод «разделяй и властвуй», который при возможной краткосрочной эффективности приводит к большим проблемам в долгосрочной перспективе.

Большое количество инновационных проектов остаются незавершенными или не дают ожидаемых результатов, потому что фирмы оказываются неспособными внедрить данную инновацию. Это происходит потому, что персонал предприятия недостаточно подготовлен к инновационному процессу. Под подготовкой понимается ряд мероприятий, которые способствуют пониманию сотрудниками важности и необходимости внедрения новшеств. Среди таких мероприятий могут быть:

- беседы, разъясняющие цели внедрения новшеств и процесс самого внедрения;
- совещания на различных уровнях руководства, где идет обмен опытом по внедрению инноваций;
- встречи и совещания между различными фирмами, которые внедряли подобные новшества;
- разъяснение тех преимуществ, которые предоставляются в связи с данным внедрением;
- стимулирование развития инновационных идей у всего персонала предприятия, а не только у отдельных групп лиц;
- поощрение и мотивация сотрудников к развитию и внедрению инноваций.

Надо заметить также, что в наукоемких отраслях высшее руководство фирмы обязательно должно участвовать в управлении развитием и использованием новой технологии.

**Действия при проведении изменения.** Обычно выделяют *пять этапов изменения* — подготовку (планирование), «размораживание» (подготовку фирмы к изменениям), непосредственное осуществление изменения, «замораживание» (закрепление результатов преобразований) и оценку результатов проведенной инновации.

Рекомендации менеджеру выглядят так. ***На этапе подготовки:***

- определите основное содержание и уровень изменения;
- составьте предварительный (пока!) план изменения, направленного на достижение определенных улучшений;
- проанализируйте движущие и сдерживающие силы и возможный потенциал поддержки изменения;
- определите, на кого конкретно повлияют изменения, каковы причины возможного сопротивления;
- решите, кого еще необходимо привлечь к планированию процесса изменения;

- выберите стратегию изменения и методы преодоления сопротивления;
- постарайтесь выделить и проанализировать проблемы, которые, вероятно, могут быть вызваны инновацией;
- составьте реалистичный план осуществления изменения и определите критерии, по которым будут осуществляться контроль и оценка изменения;
- определите необходимые ресурсы (кадровые, временные, финансовые, материальные и др.), включая внешних консультантов.

***На этапе «размораживания»:***

- дайте время для снятия психологического напряжения в организации;
- выберите методы подготовки и информирования сотрудников, соответствующие стратегии изменения;
- контролируйте прогресс в подготовке изменения, а в случае необходимости корректируйте подходы и планы.

***На этапе изменения:***

- меняйте только то, что необходимо для достижения желаемого улучшения;
- имейте достаточные резервы времени и других ресурсов на случай неожиданных затруднений;
- будьте готовы изменить стратегию в случае, если, как подсказывает опыт (Ваш, сотрудников или консультантов), это изменение будет способствовать успеху инновации;
- информируйте сотрудников фирмы об успехах преобразований.

***На этапе «замораживания»:***

- выделите необходимые ресурсы для закрепления, «сохранения» проведенных на этапе изменения действий;
- рассмотрите вопрос о последующем обучении (для работы в новых условиях) и/или трудоустройстве сотрудников;
- осуществляйте планы (по использованию результатов инновации) с учетом ситуации.

***На этапе оценки:***

- проводите исследования последствий изменения и восприятия этих последствий;
- поддерживайте обратную связь с теми, на кого влияют изменения, как внутри фирмы, так и вне нее;
- информируйте (сотрудников, руководство фирмы, внешнее окружение, средства массовой информации и др.) о результатах проведенной инновации.

В современных условиях менеджеру приходится постоянно проводить инновации. Некоторые нововведения практически не требуют капиталовложений или вообще финансовых затрат. Например, переход к новому расписанию в учебном заведении может затронуть интересы больших групп преподавателей, учащихся и, возможно, даже их родителей, вызвать борьбу, а потому потребовать больших усилий менеджера. Однако это нововведение никак не связано с финансовыми вопросами.

Другие нововведения, наоборот, невозможны без финансового обеспечения, т.е. без капиталовложений.

### **2.2.3. Об одном подходе к оценке инновационных рисков**

Инновационная деятельность всегда связана с теми или иными рисками. Рассмотрим основанный на вероятностно-статистическом моделировании (с использованием экспертов) подход к оценке инновационных рисков, в частности для малых предприятий. Опишем его на примере выполнения инновационных проектов в вузах.

Творческий научно-исследовательский коллектив, работающий над инновационным проектом, — это по сути своей малое предприятие, хотя и не оформленное в правовом поле. Однако такому предприятию целесообразно передать часть своих вспомогательных функций, включая оформление финансовых взаимоотношений, предприятию-носителю, в рассматриваемой в настоящем подразделе схеме — вузу. Известна роль технопарков в развитии малого венчурного бизнеса. Аналогично сказанному о вузах в технопарках часть функций входящих в него малых предприятий выполняется службами, общими для всего технопарка. Примером подобного малого предприятия является Институт высоких статистических технологий и эконометрики, базирующийся на факультете ИБМ МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Во время переходного периода, нестабильности экономической системы, по мере разрушения производственной базы страны все чаще и чаще ставился вопрос о необходимости развития малых форм предпринимательской деятельности. Они рассматриваются как катализатор дальнейшего процесса становления и восстановления российской экономики. Устойчивое, а следовательно, успешное функционирование предприятий невозможно без учета изменяющейся окружающей среды. Усиливающаяся конкурентная борьба как на отечественном, так и на международном рынке диктует особые условия выживания малых предприятий, вызывает необходимость разработки, отслеживания и внедрения новых прогрессивных процессов и технологий, т.е. инноваций.

Освоению нововведений препятствует множество факторов: отсутствие необходимых навыков и знаний, недостаток кадровых, финансовых и материально-технических ресурсов и т.д. Учитывая слабую роль российского государства начала XXI в. в развитии и стимулировании инноваций, предприниматели должны изыскивать возможности развития инноваций в малом бизнесе.

Одной из таких возможностей является сотрудничество с вузами на предмет разработки и реализации инновационных проектов. Оно может способствовать решению такой проблемы, как нехватка квалифицированных кадров или отсутствие у персонала предприятия специализированных знаний и навыков, требующихся для разработки (внедрения) инновационного проекта. Такое сотрудничество может осуществляться путем финансирования научно-технической разработки инновационного проекта в вузе. При этом партнером со стороны вуза выступает творческий коллектив, который надо рассматривать как малое предприятие, осуществляющее часть своих вспомогательных функций через структуры вуза.

Осуществляя подобное сотрудничество, надо всегда помнить, что инновации часто связаны с большим риском. Чем больше оригинального содержится в результатах инновационного процесса, тем значительнее ожидаемая прибыль и тем выше степень риска при внедрении нового товара или процесса. Главными факторами, на которых сосредотачиваются мероприятия по снижению уровня инновационных рисков, выступают объем и надежность информации об источниках риска, а также степень контроля над ними. Одним из инструментов подобного контроля являются создание и использование методики расчета вероятностей успешной реализации инновационных проектов в вузах и соответствующих рисков. Целью данного подраздела учебника как раз и является описание примерной схемы расчета рисков инновационных проектов в вузах.

**Инновационные проекты в вузах.** Можно сказать, что большая часть научного потенциала страны сейчас сосредоточена в российских вузах. Здесь квалификация работников была и остается очень высокой. Однако, хотя и не в таких масштабах, как в науке и на промышленных предприятиях, наблюдается отток кадров, но тем не менее он присутствует. Причем в первую очередь речь идет о так называемой «внутренней утечке умов», т.е. прежде всего о переходе квалифицированных специалистов из вузов в сферу бизнеса. Открывшиеся здесь широкие возможности позволили многим бывшим преподавателям и научным работникам относительно легко найти высокооплачиваемую, «перспективную» работу. Как следствие, многие руководители банков, инвес-



тиционных и промышленных компаний, совместных предприятий и других крупных, средних и малых производственных и коммерческих структур имеют ученые степени. Однако они не владеют в должной степени знаниями в области экономики и менеджмента. Возможно, подобного рода перераспределение квалифицированных кадров и способствовало некоторому подъему новых для России отраслей «рыночной экономики», но, очевидно, явилось и серьезным ударом по отечественной науке.

Произошло не только сокращение численности персонала научно-исследовательских подразделений вузов, но и падение занятости профессорско-преподавательского состава исследованиями и разработками (по совместительству с преподаванием). Исследовательская работа в условиях недостатка финансовых средств в высших учебных заведениях оплачивается значительно ниже, чем, например, преподавание в частных вузах, платных группах и на разного рода курсах. Это снижает ее привлекательность в глазах преподавателей. Тем не менее вузы являются одной из основных баз, где широкомасштабно, пусть не той же степени, как сорок лет назад, но ведутся научные исследования как фундаментального, так и прикладного характера, в том числе в рамках малых венчурных фирм.

Специфика инновационных проектов в вузах связана с небольшими объемами финансирования и краткими сроками, а больше всего — с рисками, относящимися непосредственно к научно-техническому развитию. Рассмотрим (в первом приближении) проблему оценивания рисков реализации инновационных проектов в вузах на основе вероятностно-статистических экономико-математических моделей.

Обычно под инновационным проектом в вузе понимают проект, который опирается на ранее проведенные научно-технические разработки, приведшие к перспективным для коммерческого использования результатам. Поскольку вузы, как правило, не занимаются сами коммерческой деятельностью, то предполагается, что коммерческая реализация будет осуществляться внешним партнером (или партнерами). При этом вуз и его сотрудники получают доход от реализации инновационного проекта — либо в виде процента от прибыли партнера, либо в виде единовременной выплаты (например, при покупке лицензии партнером).

Таким образом, в инновационном проекте участвуют как минимум две организации — вуз (в лице его представителя — творческого научно-исследовательского коллектива, рассматриваемого здесь как малое предприятие) и внешний партнер. Работа внутри вуза часто разбивается *на два этапа*:

1) собственно научно-исследовательскую работу прикладного характера;  
2) разработку технологии выпуска продукции. В деятельности внешнего партнера также можно выделить *этапы*, например такие:

- освоение выпуска продукции;
- переход к массовому выпуску (что предполагает предварительную рекламную кампанию и иную маркетинговую деятельность);
- продажа первых партий продукции;
- первое получение оплаты от покупателей;
- первое поступление средств на расчетный счет вуза (субсчет малого предприятия) и т.д.

Таким образом, для успешного завершения инновационного проекта, как правило, необходим внешний партнер, с деятельностью которого связана своя группа рисков. Разумеется, возможны исключения. Если инновационный проект связан с доведением до коммерческого распространения программного продукта, то вуз (в лице своего представителя — малого предприятия) может взять на себя маркетинг и рекламную кампанию, а также продажу. Если инновационный проект посвящен развитию внутривузовской сети ЭВМ, то может быть запланировано покрытие расходов за счет источников финансирования тех структур вуза, которые будут пользоваться этой сетью.

Структура и выраженность рисков реализации инновационных проектов в вузах несколько отличаются от таковых для инновационных проектов вообще и тем более от рисков разнообразных инвестиционных проектов. На первое место выходят риски невыполнения работы в соответствии с техническим заданием и невозврата (полного или частичного) средств. Возможные итоги выполнения инновационной работы можно описать следующим образом:

а) работа и финансовые обязательства всех партнеров выполнены в полном объеме;

б) научно-исследовательская часть работы выполнена полностью, но по каким-либо причинам внешний партнер свои обязательства, в том числе финансовые, выполнил не в полном объеме;

в) научно-исследовательская часть работы выполнена полностью, но коммерческая часть проекта сорвана (внешним партнером), финансовые обязательства не выполнены;

г) научно-исследовательская часть работы не выполнена полностью, но получены существенные научные результаты; для окончания работы требуется некоторое время;

д) научно-исследовательская часть работы не выполнена, но получены некоторые интересные научные результаты; однако планируемый вначале научный результат не будет достигнут в обозримое время;

е) выполнение в вузе инновационной работы сорвано полностью.

При любом из вышеперечисленных исходов имеется также вероятность осуществления макроэкономических рисков. Это может еще более ухудшить результат выполнения инновационного процесса.

Таким образом, только в двух случаях из шести оценка однозначна: итог а) — это полный успех, а итог е) — это полный провал. В остальных случаях — итоги б), в), г), д) — получены некоторые научные результаты, а в случае итога б) — также некоторые коммерческие результаты. При этом в случае итогов а), б), в) научно-исследовательский коллектив выполнил все, что от него требовалось, хотя «полный успех» имеет место только в одном из этих трех случаев — в зависимости от результатов работы внешнего партнера.

Рассмотрим примерную схему расчета рисков реализации инновационных проектов в вузах.

**Модель инновационного проекта.** Начнем с выделения основных факторов, определяющих риски реализации инновационных проектов в вузах.

Будем исходить из двухступенчатой схемы: сначала работает научно-исследовательский коллектив, затем он передает свои разработки внешнему партнеру, и тот начинает коммерческий этап. Вероятность того, что научно-исследовательский коллектив полностью выполнит свою работу, зависит от двух групп факторов, определяемых ситуациями соответственно внутри коллектива исполнителей и внутри вуза. Будем считать, что эти группы факторов также независимы между собой. Четвертый фактор риска — макроэкономический, т.е. ситуация в народном хозяйстве (степень выраженности неплатежей, инфляции, нерациональной налоговой политики и т.д.). Таким образом, выделяются **четыре основные группы факторов риска**:

- 1) связанные с коллективом исполнителей;
- 2) связанные с вузом;
- 3) связанные с внешним партнером;
- 4) связанные с общей экономической обстановкой.

Принимаем, что все четыре фактора независимы между собой (в теоретико-вероятностном смысле).

В соответствии со сказанным выше основная формула математической модели расчета рисков реализации инновационных моделей в вузах имеет вид:

$$P = P_1 P_2 P_3 P_4,$$

где  $P$  — вероятность «полного успеха», т.е. итога а) согласно приведенной выше классификации, при этом риск того, что инновационный проект не будет осуществлен полностью, оценивается вероятностью «отсутствия полного успеха», т.е. величиной  $(1 - P)$ ;  $P_1$  — вероятность того, что ситуация внутри коллектива исполнителей не помешает выполнению инновационного проекта (следовательно, риск коллектива оценивается величиной  $1 - P_1$ );  $P_2$  — вероятность того, что ситуация внутри вуза не помешает выполнению инновационного проекта ( $1 - P_2$  — оценка риска вуза);  $P_3$  — вероятность того, что внешний партнер полностью выполнит свою работу после того, как научно-исследовательский коллектив полностью выполнит свою часть работы ( $1 - P_3$  — оценка риска партнера);  $P_4$  — вероятность того, что ситуация в народном хозяйстве не помешает выполнению инновационного проекта ( $1 - P_4$  — оценка макроэкономического риска, т.е. риска ситуации в стране).

Следующий шаг — оценивание четырех перечисленных вероятностей. Будем их приближать с помощью линейных функций, т.е. представлять в виде:

$$P_n = 1 - A_{1n}X_{1n} - A_{2n}X_{2n} - \dots - A_{Kn}X_{Kn},$$

где:

- индекс  $n$  принимает одно из значений 1, 2, 3, 4;
- $X_{1n}, X_{2n}, \dots, X_{Kn}$  — факторы (переменные), используемые при вычислении оценки риска типа  $n$ ;
- $A_{1n}, A_{2n}, \dots, A_{Kn}$  — коэффициенты весомости (важности) этих факторов.

Приведенный ниже первоначальный перечень факторов при практическом использовании может быть дополнен в соответствии со спецификой вуза или проекта.

Значения факторов  $X_{1n}, X_{2n}, \dots, X_{Kn}$  оценивают эксперты для каждого конкретного инновационного проекта, в то время как значения коэффициентов весомости  $A_{1n}, A_{2n}, \dots, A_{Kn}$  задаются одними и теми же для всех проектов — по результатам специально организованного экспертного опроса.

На основе практического опыта работ, проведенных Институтом высоких статистических технологий и эконометрики, можно дать следующие рекомендации по организации работы вузовской экспертной комиссии, оценивающей инновационные проекты.

Члены экспертной комиссии в вузе оценивают факторы  $X_{mn}$  по качественной шкале:

- 0 — практически невозможное событие (с вероятностью менее 0,01);
- 1 — крайне маловероятное событие (с вероятностью от 0,02 до 0,05);
- 2 — маловероятное событие (вероятность от 0,06 до 0,10);
- 3 — событие с вероятностью, которой нельзя пренебречь (от 0,11 до 0,20);
- 4 — достаточно вероятное событие (вероятность от 0,21 до 0,30);
- 5 — событие с заметной вероятностью (более 0,30).

Согласно теории измерений [12] итоговая оценка дается как медиана индивидуальных оценок (при четном числе членов экспертной комиссии — как правая медиана).

Поскольку максимально возможный балл — 5, то сумма всех весовых коэффициентов выбиралась равной  $1/5 = 0,2$ . Таким образом, если по всем факторам (переменным) экспертами выставлены максимальные баллы, то соответствующая вероятность оценивается как 0, т.е. выполнение инновационного проекта признается невозможным.

Для упрощения описания переменные  $X_{m1}$  будем ниже обозначать  $X_m$ , переменные  $X_{m2}$  — как  $Y_m$ , вместо  $X_{m3}$  будем писать  $Z_m$ , а вместо  $X_{m4}$  —  $W_m$ . При описании числовых значений коэффициентов  $A_{mn}$  будем опускать индекс  $n$ , равный соответственно 1, 2, 3, 4.

Структуризации вероятностей  $P_1$ – $P_4$  для соответствующих групповых рисков посвящены соответствующие пункты ниже. После них приведена итоговая формула для оценивания вероятности  $P$  (и тем самым оценки риска  $(1 - P)$  реализации инновационного проекта в вузе).

**Риск коллектива.** Начнем с оценивания  $P_1$  — вероятности того, что ситуация внутри коллектива исполнителей не мешает выполнению инновационного проекта. Введем следующие переменные (частные риски):

$X_1$  — на выполнении инновационного проекта скажется недооценка сложности научно-технической задачи (включая возможный выбор принципиально неверного направления работ);

$X_2$  — на выполнении работы скажется нехватка времени (из-за неправильного планирования процесса выполнения инновационного проекта, в то время как основное направление работ выбрано правильно);

$X_3$  — на выполнении работы скажутся возникшие в ходе ее выполнения проблемы, связанные с научным руководителем темы, в частности с его длительным отсутствием или сменой (из-за длительной командировки, болезни, смерти, ухода на пенсию, перехода на другую работу и т.д.);

$X_4$  — на выполнении работы скажутся возникшие в ходе ее выполнения проблемы, связанные с иными непосредственными участниками работы (кроме руководителя).

Заметим, что в двух последних позициях (факторы  $X_3$  и  $X_4$ ) причинами невыполнения работы могут быть и недостаточная квалификация руководителя работы либо иных членов научно-исследовательского коллектива.

Экспертный опрос дал следующие значения коэффициентов:

$$A_1 = 0,02, A_2 = 0,08, A_3 = 0,07, A_4 = 0,03.$$

**Пример 1.** Если итоговая оценка экспертов такова:  $X_1 = 3$ ;  $X_2 = 2$ ;  $X_3 = 4$ ;  $X_4 = 1$ , то  $P_1 = 1 - A_1X_1 - A_2X_2 - A_3X_3 - A_4X_4 = 1 - 0,02 \times 3 - 0,08 \times 2 - 0,07 \times 4 - 0,03 \times 1 = 1 - 0,06 - 0,16 - 0,28 - 0,03 = 1 - 0,53 = 0,47$ .

Таким образом, в данном конкретном случае эксперты достаточно скептически относятся к возможности выполнения работы в срок, причем основная причина скепсиса — в возможном отъезде научного руководителя (риск оценивается как 0,28), вторая заметная причина — возможный недостаток времени (риск оценивается как 0,16).

**Риск вуза.** Для оценивания  $P_2$  введем следующие переменные:

$Y_1$  — на возможности выполнения инновационного проекта скажутся организационные изменения в вузе, предпринятые руководством вуза;

$Y_2$  — на возможности выполнения инновационного проекта скажутся внутривузовские экономические проблемы (например, работы будут на какое-то время приостановлены из-за решения руководства вуза (несостоятельного с правовой точки зрения) о направлении средств, выделенных на финансирование инновационного проекта, на оплату труда преподавателей);

$Y_3$  — на возможности выполнения инновационного проекта скажется отсутствие в вузе соответствующей материальной базы (оборудования, материалов, вычислительной техники, площадей и т.д.).

Предварительный экспертный опрос дал следующие значения коэффициентов:

$$A_1 = 0,10; A_2 = 0,08; A_3 = 0,02.$$

**Пример 2.** Если итоговые (групповые) оценки экспертов таковы:  $Y_1 = 1$ ;  $Y_2 = 4$ ;  $Y_3 = 0$ , то  $P_2 = 1 - A_1Y_1 - A_2Y_2 - A_3Y_3 = 1 - 0,10 \times 1 - 0,08 \times 4 - 0,02 \times 0 = 1 - 0,01 - 0,32 - 0 = 0,67$ .

По мнению экспертов, для данного проекта и вуза наибольшее отрицательное влияние могут оказать внутривузовские экономические проблемы (вклад в общий риск оценен как 0,32).

**Риск партнера.** Для оценивания риска  $P_3$ , связанного с деятельностью внешнего партнера, введем следующие переменные:

$Z_1$  — на возможности выполнения инновационного проекта скажутся финансовые проблемы внешнего партнера, связанные с недостатками в работе его сотрудников;

$Z_2$  — на выполнение проекта повлияют финансовые проблемы внешнего партнера, связанные с деятельностью конкретных государственных органов и частных фирм (например, неплатежи, административные решения);

$Z_3$  — работу над проектом сорвет изменение поведения возможных потребителей, например из-за изменения моды или из-за решений соответствующих вышестоящих органов (министерств (ведомств) или регионального руководства). Речь идет о решениях, связанных, в частности, с выдачей лицензий, закрытием информации или с таким выбором технической политики, который делает ненужным (для большинства возможных потребителей) результаты инновационного проекта;

$Z_4$  — на возможности выполнения инновационного проекта отрицательно скажутся организационные преобразования у внешнего партнера, в частности смена руководства.

Пилотный (т.е. предварительный) экспертный опрос дал следующие значения коэффициентов:

$$A_1 = 0,03, A_2 = 0,06, A_3 = 0,06, A_4 = 0,05.$$

**Пример 3.** Если итоговые (групповые) оценки экспертов таковы:  $Z_1 = 3$ ;  $Z_2 = 5$ ;  $Z_3 = 1$ ;  $Z_4 = 4$ , то  $P_3 = 1 - A_1Z_1 - A_2Z_2 - A_3Z_3 - A_4Z_4 = 1 - 0,03 \times 3 - 0,06 \times 5 - 0,06 \times 1 - 0,05 \times 4 = 1 - 0,09 - 0,30 - 0,06 - 0,20 = 1 - 0,65 = 0,35$ .

Таким образом, эксперты достаточно скептически относятся к возможности успешного выполнения внешним партнером своих обязательств по договору, связанному с коммерческой реализацией разработок, выполненных по инновационному проекту. Основные «подводные камни», по их мнению, — это действия конкретных государственных органов (вклад в общий риск оценен как 0,30) и нежелательные организационные преобразования (кадровые изменения) у внешнего партнера (вклад в риск равен 0,20).

**Макроэкономический риск.** Под макроэкономическим риском понимаем риск, определяемый внешними по отношению к системе «вуз — внешний партнер» факторами, прежде всего теми, которые являются общими для всего народного хозяйства. Для оценивания  $P_4$  введем переменные:

$W_1$  — на возможности выполнения инновационного проекта скажется отсутствие или сокращение номинального финансирования (неплатежи со стороны бюджета);

$W_2$  — на возможности выполнения инновационного проекта скажется резкое сокращение реального финансирования (в сопоставимых ценах) из-за инфляции;

$W_3$  — на возможности выполнения инновационного проекта скажется изменение статуса и/или задач вуза или его внешнего партнера (в частности, из-за ликвидации или реорганизации вуза) по решению вышестоящих органов (министерства (ведомства) или регионального руководства);

$W_4$  — на возможности выполнения инновационного проекта скажутся относящиеся к инновационному проекту решения соответствующих вышестоящих органов (министерств (ведомств) или регионального руководства), связанные, например, с закрытием информации или с таким выбором технической политики, который делает ненужным или нецелесообразным выполнение инновационного проекта.

Пилотный экспертный опрос дал следующие значения коэффициентов:

$$A_1 = 0,10, A_2 = 0,05, A_3 = 0,03, A_4 = 0,02.$$

**Пример 4.** Если итоговые (групповые) оценки экспертов таковы:  $W_1 = 3$ ;  $W_2 = 4$ ;  $W_3 = 1$ ;  $W_4 = 2$ , то  $P_4 = 1 - A_1W_1 - A_2W_2 - A_3W_3 - A_4W_4 = 1 - 0,10 \times 3 - 0,05 \times 4 - 0,03 \times 1 - 0,02 \times 2 = 1 - 0,30 - 0,20 - 0,03 - 0,04 = 1 - 0,57 = 0,43$ .

Таким образом, эксперты считают, что общая экономическая ситуация в стране может негативно сказаться на возможности выполнения рассмотренного ими инновационного проекта. Причем наиболее опасаются неплатежей со стороны государства (отсутствия или сокращения перечисления средств для выполнения проекта) и в несколько меньшей мере — уменьшения реального финансирования из-за инфляции (что, возможно, отвлечет членов научно-исследовательского коллектива на побочные заработки).

**Итоговые оценки.** Сведем вместе полученные результаты. Вероятность успешного выполнения инновационного проекта оценивается по формуле:

$$P = P_1 P_2 P_3 P_4,$$

где:

$$P_1 = 1 - 0,02X_1 - 0,08X_2 - 0,07X_3 - 0,03X_4;$$

$$P_2 = 1 - 0,10Y_1 - 0,08Y_2 - 0,02Y_3;$$

$$P_3 = 1 - 0,03Z_1 - 0,06Z_2 - 0,06Z_3 - 0,05Z_4;$$

$$P_4 = 1 - 0,10W_1 - 0,05W_2 - 0,03W_3 - 0,02W_4.$$

Для данных, приведенных в примерах 1–4, вероятность того, что научно-исследовательский коллектив в вузе полностью выполнит свою работу, равна:



$P_1 P_2 = 0,47 \times 0,67 = 0,3149$ , а вероятность его успешного осуществления  $P = P_1 P_2 P_3 P_4 = 0,47 \times 0,67 \times 0,35 \times 0,43 = 0,0473924$ . Таким образом, имеется лишь примерно 1 шанс из 20, что рассматриваемый инновационный проект будет успешно завершен (в намеченные сроки и с запланированным экономическим эффектом).

В табл. 2.7 приведены результаты расчета вероятностей, связанных с реализацией четырех типовых инновационных проектов. Видно, какое влияние оказывает изменение того или иного фактора на общую величину вероятности выполнения проекта. Выполнение первого проекта практически в одинаковой степени зависит от всех четырех факторов. Низкая вероятность выполнения второго проекта связана с относительно высокими показателями всех четырех видов риска. Вероятность выполнения третьего проекта наименьшая, что связано с высоким риском внутри коллектива исполнителей и внутри вуза. У четвертого проекта наибольший риск связан с политической и экономической обстановкой в стране. Вероятность выполнения пятого проекта относительно невысокая, но она выше, чем у второго, третьего и четвертого проектов.

Таблица 2.7

**Варианты расчета вероятности реализации  
инновационного проекта в вузе**

	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5
1. Риск для коллектива исполнителей					
$A_n$	$X_{n1}$	$X_{n2}$	$X_{n3}$	$X_{n4}$	$X_{n5}$
0,02	0	2	4	2	1
0,08	0	3	5	2	2
0,07	1	2	4	2	2
0,03	1	2	2	3	0
$P_1 =$	0,9	0,52	0,18	0,57	0,68
2. Риск внутри вуза					
$A_n$	$Y_{n1}$	$Y_{n2}$	$Y_{n3}$	$Y_{n4}$	$Y_{n5}$
0,1	0	3	4	1	1
0,08	1	2	5	1	2
0,02	1	3	4	0	2
$P_2 =$	0,92	0,48	0,12	0,82	0,70

	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5
3. Риск партнера					
An	Zn1	Zn2	Zn3	Zn4	Zn5
0,03	0	2	3	1	2
0,06	1	2	2	1	0
0,06	1	3	2	1	1
0,05	0	1	1	1	1
$P_3 =$	0,880	0,590	0,620	0,800	0,830
4. Макроэкономический риск					
An	Wn1	Wn2	Wn3	Wn4	Wn5
0,1	0	3	2	5	2
0,05	1	2	2	4	2
0,03	1	1	1	5	1
0,02	0	2	0	5	1
$P_4 =$	0,92	0,53	0,67	0,05	0,65
Вероятность выполнения данного проекта					
$P =$	0,670	0,078	0,009	0,019	0,26
Вероятность выполнения работ без учета риска партнера					
$P_1 * P_2 * P_4$	0,76	0,13	0,01	0,02	0,3
Вероятность выполнения работ без учета риска страны					
$P_1 * P_2 * P_3$	0,73	0,15	0,01	0,37	0,4
Вероятность выполнения работ без учета риска вуза					
$P_1 * P_3 * P_4$	0,73	0,16	0,07	0,02	0,37
Вероятность выполнения работ в вузе					
$P_1 * P_2$	0,83	0,16	0,07	0,02	0,37

Выбор инновационных проектов для финансирования целесообразно проводить с учетом описанной выше процедуры вероятностно-статистической (с учетом мнений экспертов) оценки их рисков реализации. Структура этой процедуры и численные значения коэффициентов при факторах, приведенные выше, получены в результате пробного (пилотного) экспертного опроса при выполнении Институтом высоких статистических технологий и эконометрики научно-исследовательской работы «Разработка методологии оценки рисков реализации инновационных проектов высшей школы». Работа проводилась по заданию Отделения инновационных проектов и программ РИНКЦЭ Миннауки (1996 г.). Основные результаты представлены научной общественности в статье [13]. Они могут быть модифицированы в соответствии со спецификой конкретного вуза.

Таким образом, можно констатировать, что предприятия, в том числе малые, не обязательно должны самостоятельно вести научные исследования

и разработки. Они могут заниматься непосредственно внедрением в производство уже выполненных проектов, а предварительную разработку инновационных проектов с соответствующим финансированием предоставить высококвалифицированным творческим коллективам — малым предприятиям на базе вузов. Итак, малые предприятия являются не только важным источником инноваций, но и необходимым звеном в процессе воспроизводства инноваций, основная роль которого — доведение уже готовых разработок до «товарного» вида и непосредственно до внедрения их в производство и доведения до потребителей.

В данном подразделе рассмотрены основы методологии оценки риска реализации инновационных проектов в высших учебных заведениях. Эта работа опирается на результаты отечественной научной школы в области анализа риска, экспертных оценок и статистики нечисловых данных.

Мировой опыт показывает, что академическая и вузовская наука окружена бизнес-сферой, которая, стремясь к прибыли, перекачивает законченные разработки из лабораторий в производство. Формирование инновационной сферы означает погружение академической и вузовской науки в «пояс взаимодействия». Он защитит науку от неадекватной коммерциализации и одновременно будет стимулировать ее развитие [12].

Описанная в настоящем подразделе экономико-математическая модель получила название «Аддитивно-мультипликативная модель оценки риска». Термин «аддитивная» связан с тем, что оценки частных рисков объединяются аддитивно (т.е. путем сложения) для получения оценки группового риска. Термин «мультипликативная» означает, что общий риск выражается через групповые риски мультипликативно, т.е. с помощью перемножения.

Аддитивно-мультипликативная модель оценки риска применяется в различных ситуациях. В статье [15] продемонстрировано ее использование для оценки рисков производства и реализации инновационного изделия. Для такой оценки по частным рискам получают оценки четырех групповых рисков — производственных, коммерческих, финансовых, глобальных. На основе аддитивно-мультипликативной модели разработан метод оценки рисков при создании ракетно-космической техники [16, 17]. Эта модель обобщена на случай, когда исходные данные (оценки частных рисков и коэффициентов весомости) описываются с помощью нечетких и интервальных чисел [18].

Инновационному менеджменту посвящены многочисленные публикации. Так, организационно-экономическое, математическое и программное

обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента рассмотрено в монографии [19]. Инновации в менеджменте с точки зрения солидарной цифровой экономики обсуждаются в статьях [20, 21]. Инновационная модель оптимального управления процессом обучения — предмет статьи [22].

Общей теории риска посвящена гл. 2.4, ее современному состоянию — статьи [23, 24].

### **Список использованной литературы**

1. *Громов Г.Р.* Национальные информационные ресурсы: проблемы промышленной эксплуатации. — Москва : Наука, 1985. — 240 с.
2. *Шумпетер Й.* Теория экономического развития. — Москва : Прогресс, 1982. — 455 с.
3. *Соколов Д.В., Титов А.Б., Шабанова Н.М.* Предпосылки анализа и формирования инновационной политики. — Санкт-Петербург : ГУЭФ, 1997. — 133 с.
4. *Хучек М.* Инновации на предприятиях и внедрение. — Москва : Луч, 1992. — 147 с.
5. *Пригожин А.И.* Нововведения: стимулы и препятствия (социальные проблемы инноватики). — Москва : Политиздат, 1989. — 270 с.
6. *Морозов Ю.П.* Инновационный менеджмент : учебное пособие. — Нижний Новгород : ННГУ, 1997. — 186 с.
7. Инновационный менеджмент. Справочное пособие / под редакцией П.Н. Завлина, А.К. Казанцева, Л.Э. Миндели. — Санкт-Петербург : Наука, 1997. — 559 с.
8. *Орлов А.И.* Менеджмент: организационно-экономическое моделирование : учебное пособие для вузов. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. — 475 с.
9. *Орлов А.И.* 13 этапов инновационного процесса // Инновации в менеджменте. — 2017. — №4 (14). — С. 46–54.
10. *Орлов А.И.* Теория принятия решений : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.
11. *Орлов А.И.* Внедрение современных статистических методов с помощью персональных компьютеров // Качество и надежность изделий. — Москва : Знание, 1992. — № 5 (21). — С. 51–78.
12. *Орлов А.И.* Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.

13. *Воложанина С.А., Орлов А.И.* Об одном подходе к оценке рисков для малых предприятий (на примере выполнения инновационных проектов в ВУЗах) // Подготовка специалистов в области малого бизнеса в высшей школе. Сборник научных статей. — Москва : ЭЛИКС +, 2001. — С. 40–53.
14. *Аблажей А.М.* Бизнес и наука: опыт взаимодействия // ЭКО. — 1999. — № 6.
15. *Орлов А.И.* Аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков при создании ракетно-космической техники // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — № 102. — С. 78–111.
16. *Орлов А.И., Цисарский А.Д.* Особенности оценки рисков при создании ракетно-космической техники // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2013. — № 43 (232). — С. 37–46.
17. *Орлов А.И., Цисарский А.Д.* Метод оценки рисков при создании ракетно-космической техники // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. — 2017. — № 2 (113). — С. 99–107.
18. *Орлов А.И.* Обобщенная аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков на основе нечетких и интервальных исходных данных // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. — 2023. — № 1. — С. 74–84.
19. *Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И.* Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента : монография / под общей редакцией С.Г. Фалько. — Краснодар : КубГАУ, 2016. — 600 с.
20. *Орлов А.И.* Цифровая экономика, инновации в менеджменте и идеи Аристотеля // Инновации в менеджменте. — 2019. — № 20. — С. 74–79.
21. *Орлов А.И., Сажин Ю.Б.* Инновации в менеджменте, экология, хрестоматика и цифровизация // Инновации в менеджменте. — 2019. — № 22. — С. 52–60.
22. *Орлов А.И.* Инновационная модель оптимального управления процессом обучения // Инновации в менеджменте. — 2022. — № 34. — С. 42–47.
23. *Орлов А.И.* Математические методы исследования рисков (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. — 2021. — № 11. — С. 70–80.
24. *Орлов А.И.* Инструменты контроллинга рисков // Контроллинг. — 2020. — № 4 (78). — С. 56–62.

### **Контрольные вопросы**

1. Приведите примеры инноваций, в которых Вы участвовали за последнее полгода. Каков был уровень изменения?
2. Какие пять типичных изменений выделил И. Шумпетер?
3. Как соотносятся польза и вред инноваций?
4. Каковы четыре основные причины сопротивления изменениям?
5. Какие методы преодоления сопротивления изменению применяют менеджеры?
6. Опишите необходимые действия при проведении инновации.
7. От каких групп факторов зависит риск выполнения научно-исследовательской работы в срок?

### **Темы докладов, рефератов, исследовательских работ**

1. Для инновации, в которой Вы участвовали, проведите анализ поля сил, рассмотрите методы преодоления сопротивления инновации и оцените результат осуществления нововведения.
2. Спланируйте проведение инновации, связанной с Вашей деятельностью, используя рассмотренные в настоящей главе инструменты инновационного менеджмента.
3. Сочетание аддитивных и мультипликативных моделей при оценке риска инновации.
4. Мобильный телефон как пример инновации.
5. Использование экспертных оценок при оценке риска инновации.
6. Венчурные малые предприятия и технопарки.
7. Методы анализа поля сил при проведении инновации.

## **2.3. ИНВЕСТИЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

Термин «**инвестиции**» в переводе на русский язык означает «капиталовложения».

### **2.3.1. Инвестиции и управление ими**

Инвестирование представляет собой один из наиболее важных аспектов деятельности любой развивающейся организации. Причины, обуславливающие необходимость инвестиций, могут быть различными, однако в целом их

можно подразделить на три вида: обновление имеющейся материально-технической базы, наращивание объемов производственной деятельности, освоение новых видов деятельности.

**Инвестиционный проект.** Любой инвестиционный проект может быть охарактеризован с различных сторон: финансовой, технологической, организационной, временной, экологической, социальной и др. Каждая из них по своему важна, однако финансовые аспекты инвестиционной деятельности во многих случаях имеют решающее значение.

Многие нововведения требуют финансовых затрат, вложений капитала в новые здания, сооружения, станки, оборудование, запасы сырья и материалов, используемых в производстве. Следует финансировать научно-техническую деятельность, проведение исследований и проектирования изделий и технологических процессов. Необходимо оплачивать работы сотрудников на начальном этапе, рекламную кампанию и др.

Например, речь идет о строительстве нового завода. Основное при принятии решения — выяснение финансовой выгоды или невыгоды будущего предприятия. Нельзя забывать, скажем, и о социальном окружении: с одной стороны, появятся новые рабочие места (легко ли будет их заполнить?), с другой стороны, население может выступить против проекта, сочтя его экологически вредным. В соответствии с Федеральным законом «Об экологической экспертизе» намечаемая хозяйственная или иная деятельность рассматривается как имеющая потенциальную экологическую опасность, а потому любая такая деятельность подлежит государственной экологической экспертизе (за счет заказчика). Только при ее положительном заключении разрешаются финансирование и кредитование проекта.

Инвестиционные проекты разрабатывают не только частные предприятия, но и государственные организации. Так, изменение налоговой системы — тоже инвестиционный проект.

Введем основные понятия, используемые в дальнейшем.

С экономической точки зрения инвестиционные проекты описываются потоками платежей, т.е. функциями от времени, значениями которых являются затраты (и тогда значения этих функций отрицательны) и поступления (значения функций положительны). Как правило, вначале необходимо вкладывать деньги (производить затраты), а затем за счет поступлений возмещать затраты и получать прибыль. Однако возможны и ситуации, когда завершение проекта (например, закрытие атомной электростанции и утилизация отработанного ядерного топлива) требует существенных вложений.

В конкретный промежуток времени обычно происходят как поступления, так и платежи. Как элемент финансового потока рассматривается итоговый результат, т.е. поступления минус платежи. Этот результат может быть как положительным, так и отрицательным. Для различных вариантов управляющих воздействий на процессы налогообложения (например, различных вариантов изменения ставок налогов) при сравнении их с действующей системой ситуация аналогична. Если в результате управляющих воздействий налоговые сборы в некоторый момент меньше тех, что при действующей системе, то платежи считаем отрицательными (приращение поступлений отрицательно), в противном случае — положительными (приращение налоговых поступлений положительно).

Для любого управляющего воздействия часть поступлений оказывается отрицательной, часть — положительной, и проблема состоит в их соизмерении, поскольку они относятся к различным моментам времени.

В финансовом плане, когда речь идет о целесообразности принятия того или иного инвестиционного проекта, необходимо получить ответы *на три вопроса*:

1. Каков необходимый объем финансовых ресурсов?
2. Где найти источники финансирования (кредитования) в требуемом объеме и какова цена их услуг?
3. Окупятся ли сделанные вложения, т.е. достаточен ли объем прогнозируемых поступлений по сравнению со сделанными инвестициями?

Ответ на первый вопрос определяется инженерной сутью проекта и выражается в виде финансового потока, обоснованного в бизнес-плане. Ответ на второй вопрос зависит от конкретной ситуации на финансовом рынке. Для ответа на третий вопрос необходимо от финансового потока как функции времени перейти к той или иной его обобщенной характеристике. Такой переход целесообразен также при сравнении различных проектов.

Отметим, что как при изменении налоговой системы путем варьирования значений управляющих параметров, так и при реализации иных крупных инвестиционных проектов меняются также и значения социальных, технологических, экономических, экологических и политических факторов (сокращенно: СТЭЭП-факторов). Например, строятся или приходят в упадок дороги, создаются или сокращаются рабочие места и т.д. Другими словами, оценку управляющих воздействий на процессы налогообложения, как и крупных инвестиционных проектов, нельзя проводить только с экономической точки



зрения, должен учитываться весь комплекс СТЭЭП-факторов. При этом, очевидно, необходимо применять разнообразные процедуры экспертных оценок для комплексного учета СТЭЭП-факторов, нельзя опираться лишь на чисто экономические расчеты.

Обсудим подходы к сравнению инвестиционных проектов (и оценке управляющих воздействий на процессы налогообложения). Прежде всего отметим, что сравнение инвестиционных проектов — это сравнение функций от времени. Кроме того, имеется внешняя среда, которая проявляется в виде дисконт-функции (см. ниже) как результата воздействия СТЭЭП-факторов и представлений законодателя или инвестора. Эти априорные представления проявляются в основном в виде ограничений на потоки платежей (в частности, могут быть заданы ограничения на объем кредитов или налогов) и на горизонт планирования, рассматриваемый лицом или лицами, принимающими решения (законодателями, работниками Министерства налогов и сборов или инвестором).

**Что лучше — меньше, но сейчас или больше, но потом?** Основная проблема при сравнении инвестиционных проектов такова: что лучше — меньше, но сейчас или больше, но потом? Например, существенно увеличив сбор налогов сейчас, мы уменьшим рост производства. И, следовательно, в дальнейшем из-за уменьшившейся налоговой базы будем собирать налогов меньше, чем в ситуации, когда мы вначале сократим ставки налогов, что даст быстрый рост производства и налоговой базы, и сборы в бюджет возрастут — но потом, а не сейчас. Похожая ситуация описана в пословице: что лучше — синица в руках или журавль в небе?

Та же проблема возникает при сравнении инвестиционных проектов, рассматриваемых частным инвестором. Как правило, чем больше вкладываем сейчас, тем больше получаем в более или менее отдаленном будущем. Вопрос в том, достаточны ли будущие поступления, чтобы покрыть нынешние платежи и обеспечить приемлемую прибыль?

Выбирая для реализации тот или иной инвестиционный проект, как и выбирая тот или иной вариант налоговой политики, те или иные управляющие воздействия на процесс налогообложения, мы сравниваем потоки платежей. При этом ситуация с инвестиционными проектами, реализуемыми на конкретных предприятиях, проще, поскольку мы можем существенно более точно предсказать моменты и размеры будущих поступлений и платежей для конкретного проекта, чем в случае системы налогообложения, охватывающей всех юридических и физических лиц. С другой стороны, будущие налоговые сборы должны учитываться при оценке эффективности инвестиционных

проектов. В связи с этим целесообразно рассмотреть параллельно проблемы сравнения потоков платежей для различных вариантов управляющих воздействий на процессы налогообложения и для различных инвестиционных проектов.

В настоящее время достаточно широко используются как теоретические подходы к сравнению инвестиционных проектов (см. например, [1–3]), так и компьютерные системы, в частности ТЭО-Инвест, Computer Model of Feasibility Analysis and Reporting (COMFAR), Project Profite Screening and Preappraisal Information System (PROPSIN), Project Expert, Альт-Инвест.

Иногда бывает необходимо рассчитывать экономический эффект от долговременных проектов типа строительства электростанции или моста, разработки новой марки автомашины или — в масштабах фермерского хозяйства — улучшения качества земельного участка, строительства нового амбара или выведения новой породы скота. Тем более необходима осторожность при анализе последствий применения имеющих долговременное влияние управляющих воздействий на процессы налогообложения.

### 2.3.2. Дисконт-функция

Рассмотрим основные для дальнейшего понятия дисконт-функции и нормы дисконта. (Термины используем в соответствии с отраженной в монографии [4] традицией.)

Важно с самого начала осознать, что 1 руб. сейчас и 1 руб. через год — это совсем разные экономические величины. Дисконт-функция как функция от времени как раз и показывает, сколько стоит 1 руб. в заданный момент времени, если его привести к начальному моменту.

Выделяют «инфляционную» и «банковскую» дисконт-функции. Например, «инфляционная» дисконт-функция на 1 марта 2023 г. была равна  $1/250$ , поскольку индекс инфляции на этот момент был равен 250 (округленно), если в качестве начального момента принять март 1991 г. Индекс инфляции рассчитан по независимо собранным данным в Институте высоких статистических технологий и эконометрики по методике [5]. При этом индекс инфляции показывает сравнительную покупательную способность рубля — на 250 руб. марта 2023 г. можно было купить (в среднем) столько же, сколько на 1 руб. в марте 1991 г.

В то же время «банковская» дисконт-функция учитывает упущенную выгоду. Если бы 1 руб. был вложен в банк с фиксированной процентной

ставкой в неизменных ценах, равной, например, 10 % годовых, то за 32 года (1 марта 1991 г. — 1 марта 2023 г.) он превратился бы в  $1,1^{32} = 20,05$  руб. в неизменных ценах (марта 1991 г.), т.е., с учетом инфляции, в 5 011 руб. 36 коп. сентября 2003 г.

Отметим, что, строго говоря, реальная дисконт-функция, как и индекс инфляции, является функцией двух аргументов — начального и текущего моментов времени.

Очевидно, в определении дисконт-функции есть некоторая неопределенность, по крайней мере такая же, как в определении индекса инфляции, для которого неопределенность связана с возможностью выбора той или иной потребительской корзины. «Естественная» потребительская корзина для данного региона или инвестиционного проекта может отличаться от таковой для экономики в целом и для товаров народного потребления в частности, поскольку завод потребляет иные виды материальных ценностей, чем человек. Есть зависимость от использования тех или иных цен в реально имеющемся диапазоне, а также от степени возможной заинтересованности организации, рассчитывающей индекс.

Дисконт-функцию можно разложить на две составляющие — общую для экономики в целом и специфическую для данной отрасли или данного инвестиционного проекта. Если дисконт-функция — константа для разных отраслей, товаров и проектов, то эта константа называется **дисконт-фактором**, или просто **дисконтом**.

Итак, дисконт-функция определяется совместным действием реальной процентной ставки и индекса инфляции. Реальная процентная ставка описывает «нормальный» рост экономики (т.е. без учета инфляции). В стабильной ситуации (при «долговременном конкурентном равновесии»), как известно из экономической теории, доходность от вложения средств в различные отрасли, в частности в банковские депозиты, должна быть примерно одинакова [6]. В современных условиях эта величина (норма рентабельности) равна примерно 6–12 % (см., например, [7, 8]). Примем для определенности максимальное значение, равное 12 %. Другими словами, 1 руб. через год превращается в 1,12 руб., а потому 1 руб. через год соответствует  $1/1,12 = 0,89$  руб. сейчас. Из-за инфляции нынешний 1 руб. через год превращается в большую номинальную величину, чем 1,12 руб., поэтому 0,89 — это максимально возможное в современных условиях значение дисконта.

Обозначим дисконт буквой  $C$ . Как установлено выше,  $C$  — число между 0 и 1, точнее, максимально возможное значение дисконта равно 0,89. В общем

случае пусть  $q$  — банковский процент (плата за депозит), т.е., вложив в начале года в банк 1 руб., в конце года получим  $(1 + q)$  руб. Тогда дисконт определяется по формуле:

$$C = 1/(1 + q). \quad (1)$$

Отметим, что при таком подходе полагают, что банковские проценты платы за депозит одинаковы во всех банках. Более правильно было бы считать  $q$ , а потому и  $C$  нечисловыми величинами, а именно интервалами  $[q_1; q_2]$  и  $[C_1; C_2]$  соответственно (в соответствии с подходом [9]). При этом связь между интервалами определяется в соответствии с формулой (1), а именно:

$$C_1 = 1/(1 + q_2), C_2 = 1/(1 + q_1).$$

Следовательно, выводы, полученные с помощью рассматриваемых величин, должны быть исследованы на устойчивость (в инженерной среде принят также термин «чувствительность») по отношению к отклонениям этих величин в пределах заданных интервалов (согласно подходам [4, 5]).

Как функцию времени  $t$  дисконт-функцию обозначим  $C(t)$ . Тогда при постоянстве дисконт-фактора во времени дисконт-функция имеет вид:

$$C(t) = C^t, \quad (2)$$

т.е.  $C$  возводится в степень  $t$ , дисконт-функция является показательной функцией. Согласно формуле (2) при  $q = 0,12$  через 2 г. 1 руб. превращается в  $1,12 \times 1,12 = 1,2544$ , через 3 — в 1,4049, следовательно, 1 руб., полученный через 2 г., соответствует 79,72 коп. сейчас, а 1 руб., обещанный через 3 г., соответствует 0,71 руб. сейчас. Другими словами,  $C(1) = C = 0,89$ ,  $C(2) = 0,80$  (с точностью до двух знаков после запятой), а  $C(3) = 0,71$ .

Если дисконт-фактор меняется год от года, в первый год равен  $C_1$ , во второй год —  $C_2$ , в третий год —  $C_3$ , ..., в  $t$ -й год —  $C_t$ , то в этом общем случае дисконт-функция имеет вид:

$$C(t) = C_1 C_2 C_3 \dots C_t. \quad (3)$$

Пусть, например,  $C_1 = 0,8$ ,  $C_2 = 0,7$ ,  $C_3 = 0,6$ , тогда согласно формуле (3) имеем  $C(t) = 0,8 \times 0,7 \times 0,6 = 0,336$ . Если  $C_1 = C_2 = C_3 = \dots = C_t$ , то формула (3) переходит в формулу (2).

Индекс инфляции  $A$  (в разах, а не в процентах) за год соответствует дисконту  $1/(1,12A)$ , т.е. 1 руб. сейчас соответствует  $1,12A$  руб. через год. Долговременная динамика индекса инфляции, как известно, плохо предсказуема [5, 10, 11].

Частная дисконт-функция зависит от динамики цен и темпов технологического обновления (физического износа, морального старения, научно-технического прогресса) в отрасли. Так, вложения в компьютеры обесцениваются гораздо быстрее, чем вложения в недвижимость (здания, землю). Для покупки недвижимости, которая сейчас стоит 1 руб., через год может понадобиться  $1,12A$  руб., а для покупки компьютера, который сейчас стоит 1 руб., может понадобиться через год лишь 0,8 руб. (в ценах, которые будут через год). Строго говоря, частная дисконт-функция — своя для каждой организации, соответствующая набору товаров и услуг, положению на финансовом рынке, специфическим именно для этой организации.

### 2.3.3. Характеристики финансовых потоков

В основе процесса принятия управленческих решений инвестиционного характера лежат оценка и сравнение объема предполагаемых инвестиций и будущих денежных поступлений. Общая логика анализа с использованием формализованных критериев в принципе достаточно очевидна — необходимо сравнивать величину требуемых инвестиций с прогнозируемыми доходами.

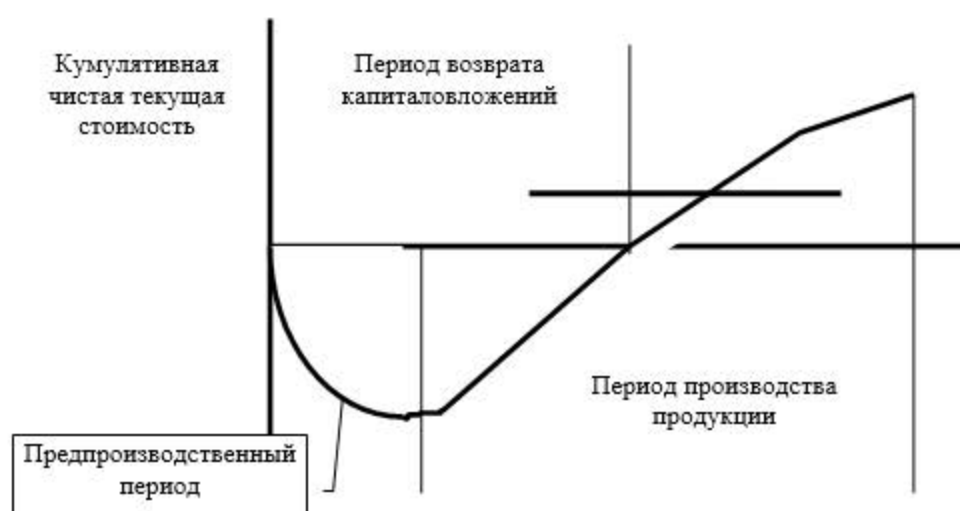


Рис. 2.3. Типовой финансовый профиль инвестиционного проекта

Как уже говорилось, инвестиционные проекты, результаты применения управляющих воздействий к процессам налогообложения и другие экономические реалии описываются финансовыми потоками (потоками платежей и поступлений), т.е. функциями (временными рядами), а сравнивать функции естественно с помощью тех или иных характеристик (критериев).

Типовой график финансового потока инвестиционного проекта (как говорят, финансовый профиль инвестиционного проекта) представлен на рис. 2.3.

Критерии (показатели, характеристики финансовых потоков), используемые при анализе инвестиционной деятельности, можно подразделить *на две группы* в зависимости от того, учитывается или нет временной параметр [12].

А именно:

- 1) основанные на дисконтированных оценках;
- 2) основанные на учетных (номинальных) оценках.

***К первой группе относятся:***

- чистая текущая стоимость (Net Present Value, NPV);
- индекс рентабельности инвестиции (Profitability Index, PI);
- внутренняя норма доходности (Internal Rate of Return, IRR);
- модифицированная внутренняя норма доходности (Modified Internal Rate of Return, MIRR);
- дисконтированный срок окупаемости инвестиции (Discounted Payback Period, DPP).

***Ко второй группе относятся:***

- срок окупаемости инвестиции (Payback Period, PP);
- коэффициент эффективности инвестиции (Accounting Rate of Return, ARR).

**Чистая текущая стоимость.** Этот критерий основан на сопоставлении величины исходных инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений, генерируемых проектом в течение прогнозируемого срока. Поскольку приток денежных средств распределен во времени, он дисконтируется с помощью коэффициента  $q$ . Выбор значения этого коэффициента может осуществляться из различных соображений. Например, он может быть установлен аналитиком (выступающим от имени инвестора), исходя из ежегодного процента возврата, который инвестор хочет или может иметь на инвестируемый им капитал.

Допустим, делается прогноз, что исходные инвестиции (IC) будут генерировать в течение  $n$  лет годовые доходы в размере  $P_1, P_2, \dots, P_n$ . Общая накопленная **величина дисконтированных доходов** (Present Value, PV) и **чистая текущая стоимость** (Net Present Value, NPV) соответственно рассчитываются по формулам:

$$PV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+q)^k}, \quad NPV = PV - IC.$$

Очевидно, что если  $NPV > 0$ , то проект целесообразно принять; если  $NPV < 0$ , то проект целесообразно отвергнуть; при  $NPV = 0$  проект не является ни прибыльным, ни убыточным.

Теперь дадим экономическую интерпретацию значению критерия  $NPV$  с позиции владельцев компании. Если  $NPV < 0$ , то в случае принятия проекта стоимость компании уменьшится, т.е. владельцы компании понесут убыток. Если  $NPV = 0$ , то в случае принятия проекта стоимость компании не изменится, т.е. благосостояние ее владельцев останется на прежнем уровне. Если  $NPV > 0$ , то в случае принятия проекта стоимость компании, а следовательно, и благосостояние ее владельцев увеличатся.

При прогнозировании доходов по годам необходимо учитывать все виды поступлений как производственного, так и непромышленного характера, которые могут быть ассоциированы с данным проектом. Так, если по окончании периода реализации проекта планируется поступление средств в виде ликвидационной стоимости оборудования или высвобождения части оборотных средств, они должны быть учтены как доходы соответствующих периодов.

Если проект предполагает не только разовые инвестиции, но и последовательное инвестирование финансовых ресурсов в течение  $m$  лет, то формула для расчета  $NPV$  модифицируется следующим образом:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+q)^k} - \sum_{j=0}^m \frac{IC_j}{(1+q)^j},$$

где  $IC_0 = IC$ .

Необходимо отметить, что показатель  $NPV$  отражает прогнозную оценку изменения экономического потенциала организации в случае принятия рассматриваемого проекта. Этот показатель аддитивен в пространственно-временном аспекте, т.е.  $NPV$  различных проектов можно суммировать. Это очень

важное свойство, выделяющее этот критерий из всех остальных и позволяющее использовать его в качестве основного при анализе оптимальности инвестиционного портфеля.

Как уже отмечалось, не всегда инвестиции сводятся к одномоментному вложению капитала, а возврат происходит равными порциями. Чаще приходится анализировать поток платежей и поступлений общего вида. Будем в качестве потока платежей и поступлений рассматривать последовательность  $a(0), a(1), a(2), a(3), \dots, a(t), \dots$ . Если величина  $a(k)$  отрицательна, то это платеж, а если она положительна — поступление. Выше был рассмотрен важный частный случай — поток с одним платежом  $a(0) = (-IC)$  и дальнейшими поступлениями  $a(1) = P_1, a(2) = P_2, \dots, a(n) = P_n$ .

Чистую текущую стоимость, или, как ее иногда называют, дисконтированную прибыль, чистый приведенный доход (или эффект, или величину), т.е. разность между дисконтированными доходами и расходами, рассчитывают для потока платежей путем приведения затрат и поступлений к одному моменту времени:

$$NPV = a(0) + a(1)C(1) + a(2)C(2) + a(3)C(3) + \dots + a(t)C(t) + \dots, \quad (4)$$

где  $C(t)$  — дисконт-функция, определяемая по формулам (2) или (3). В простейшем случае, когда дисконт-фактор не меняется год от года и согласно формуле (1) имеет вид  $C = 1/(1 + q)$ , где  $q$  — банковский процент, формула для чистой текущей стоимости конкретизируется:

$$NPV = NPV(q) = a(0) + a(1)/(1+q) + a(2)/(1+q)^2 + a(3)/(1+q)^3 + \dots + a(t)/(1+q)^t + \dots \quad (5)$$

**Пример 1.** Пусть  $a(0) = -10, a(1) = 3, a(2) = 4, a(3) = 5$ . Пусть  $q = 0,12$ , тогда, как установлено выше, согласно формуле (2) значения дисконт-функции таковы:  $C(1) = 0,89, C(2) = 0,80$ , а  $C(3) = 0,71$ . Тогда согласно формуле (4):

$$NPV(0,12) = -10 + 3 \times 0,89 + 4 \times 0,80 + 5 \times 0,71 = -10 + 2,67 + 3,20 + 3,55 = -0,58.$$

Таким образом, этот проект является невыгодным для вложения капитала, поскольку  $NPV(0,12)$  отрицательно, в то время как при отсутствии дисконтирования (т.е. при  $C = 1, q = 0$ ) вывод иной:  $NPV(0) = -10 + 3 + 4 + 5 = 2 > 0$ , проект выгоден.



Таким образом, важной проблемой является выбор дисконт-функции. В качестве приближения обычно используют постоянное дисконтирование, хотя экономическая история последних лет показывает, что банки часто меняют проценты платы за депозит, так что формула (3) для дисконт-функции с различными процентами в разные годы более реалистична, чем формула (2).

Часто предлагают использовать норму дисконта, равную приемлемой для инвестора норме дохода на капитал. Это предложение означает, что экономисты явным образом обращаются к инвестору как к эксперту, который должен назвать им некоторое число исходя из своего опыта и интуиции. Кроме того, при этом игнорируется изменение указанной нормы во времени.

При использовании чистой текущей стоимости значение экономического эффекта во многом определяется выбранным для расчета нормативом (коэффициентом) дисконтирования — показателем, используемым для приведения по фактору времени ожидаемых денежных поступлений и платежей. Выбор численного значения этого показателя зависит от таких **факторов**, как:

- цели инвестирования и условия реализации проекта;
- уровень инфляции в конкретной национальной экономике;
- величина инвестиционного риска;
- альтернативные возможности вложения капитала;
- финансовые и иные соображения и представления инвестора.

Считается, что для различных классов инвестиций могут выбираться различные значения коэффициента дисконтирования. В частности, вложения, связанные с защитой рыночных позиций предприятия, оцениваются по весьма низкому нормативу 6 %. Инвестициям в обновление основных фондов соответствует норматив дисконтирования 12 %, а вложениям с целью экономии текущих затрат — 15 %. Для вложений, нацеленных на увеличение доходов предприятия, используют коэффициент дисконтирования 20 %, а для рискованных капиталовложений — 25 %. В литературе подчеркивается зависимость коэффициента дисконтирования от степени риска проекта. Для обычных проектов приемлемой считается ставка 16 %, для новых проектов на стабильном рынке — 20 %, для проектов, базирующихся на новых технологиях, — 24 %.

Хотя в конечном счете выбор значения дисконта, который играет роль порогового (минимального) значения норматива рентабельности капиталовложений, является прерогативой инвестора, в практике проведения инвестиционных расчетов часто в качестве ориентира используют ставку процента государственных ценных бумаг. Считается, что при этой ставке государство гарантирует хозяйствующим субъектам возврат инвестируемого капитала без

какого-либо риска. В российской практике ориентиром является также ставка рефинансирования Центрального банка, определяющая нижнюю границу платы за кредит.

**Индекс рентабельности инвестиций.** Этот критерий является по сути вариантом предыдущего. Индекс рентабельности ( $PI$ ) рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+q)^k} / IC.$$

Очевидно, что если  $PI > 1$ , то проект целесообразно принять; если  $PI < 1$ , то проект следует отвергнуть; при  $PI = 1$  проект не является ни прибыльным, ни убыточным.

В отличие от чистой текущей стоимости индекс рентабельности является относительным показателем: он характеризует уровень доходов на единицу затрат, т.е. эффективность вложений — чем больше значение этого показателя, тем выше отдача каждого рубля, инвестированного в данный проект. Благодаря этому критерий  $PI$  очень удобен при выборе одного проекта из ряда альтернативных, имеющих примерно одинаковые значения  $NPV$ . В частности, если два проекта имеют одинаковые значения  $NPV$ , но разные объемы требуемых инвестиций, то очевидно, что выгоднее тот из них, который обеспечивает большую эффективность вложений.

Прибыль и рентабельность — два принципиально разных критерия. Максимизация по ним весьма часто приводит к разным результатам. **Рентабельность** — это частное от деления прибыли на расходы (инвестиции). Обозначим доходы как  $D$ , расходы как  $P$ , тогда прибыль  $\Pi = D - P$ , а рентабельность  $Pe = D/P - 1$ . Другими словами, рентабельность — это относительная прибыль, она показывает, какой доход приносит 1 руб. вложений.

В отличие от прибыли рентабельность выше для небольших проектов, как правило, использующих побочные результаты реализации крупных проектов. Например, организация розничной торговли среди строителей ГЭС опирается на использование дорог и наличие потребительского спроса. И то, и другое — результаты реализации проекта строительства ГЭС. При этом рентабельность торгового проекта, очевидно, во много раз выше рентабельности строительства ГЭС, что, например, должно учитываться при налогообложении.

**Под внутренней нормой доходности** инвестиций (обозначается  $IRR$  — от Internal Rate of Return, синонимы: внутренняя норма прибыли, внутренняя норма окупаемости) понимают значение коэффициента дисконтирования  $q$ , при котором  $NPV$  проекта равна нулю:

$$IRR = q, \text{ при котором } NPV(q) = 0.$$

Иными словами, если обозначить  $IC = CF_0$  и  $CF_k$  — элемент финансового потока проекта, соответствующий  $k$ -му моменту времени, то  $IRR$  находится из уравнения:

$$\sum_{k=0}^n \frac{CF_k}{(1 + IRR)^k} = 0.$$

Смысл расчета внутренней нормы прибыли при анализе эффективности планируемых инвестиций, как правило, заключается в следующем:  $IRR$  показывает верхнюю границу зоны ожидаемой доходности проекта и, следовательно, максимально допустимый относительный уровень расходов. Например, если проект полностью финансируется за счет ссуды коммерческого банка, то значение  $IRR$  показывает верхнюю границу допустимого уровня банковской процентной ставки, превышение которого делает проект убыточным.

На практике любая организация финансирует свою деятельность, в том числе и инвестиционную, из различных источников. В качестве платы за пользование авансированными в деятельность организации финансовыми ресурсами она уплачивает проценты, дивиденды, вознаграждения и т.п., иными словами, несет некоторые обоснованные расходы на поддержание экономического потенциала. Показатель, характеризующий уровень этих расходов относительно долгосрочных источников средств, называется **средневзвешенной ценой капитала** ( $WACC$  — Weight Average Cost of Capital). Этот показатель отражает сложившийся в организации минимум возврата на вложенный в ее деятельность капитал, его рентабельность, и рассчитывается по формуле средней арифметической взвешенной.

Таким образом, экономический смысл критерия  $IRR$  заключается в следующем: организации выгодно принимать любые решения инвестиционного характера, внутренние нормы доходности которых не больше текущего значения показателя «цена капитала»  $CC$ . Под показателем  $CC$  понимается либо

$WACC$ , если источник средств точно не идентифицирован, либо цена целевого источника, если таковой имеется. Именно с показателем  $CC$  сравнивается критерий  $IRR$ , рассчитанный для конкретного проекта, при этом связь между ними такова.

Если  $IRR > CC$ , то проект целесообразно принять; если  $IRR < CC$ , то проект следует отвергнуть; при  $IRR = CC$  проект не является ни прибыльным, ни убыточным.

Независимо от того, с чем сравнивается  $IRR$ , очевидно одно: проект принимается, если его  $IRR$  больше некоторой пороговой величины; поэтому при прочих равных условиях, как правило, большее значение  $IRR$  считается предпочтительным.

Итак, неопределенности, связанной с произволом в выборе нормы дисконта инвестором, можно избежать, рассчитав внутреннюю норму доходности  $IRR$ . Ожидается, что при меньшем значении дисконт-фактора прибыль положительна, а при большем — отрицательна. К сожалению, такая интерпретация не всегда допустима, поскольку для некоторой совокупности потоков платежей чистая текущая стоимость равна 0 не для одного значения дисконт-фактора, а для многих (см. об этом, например, монографии [2, 3]). Однако традиционная интерпретация корректна в подавляющем большинстве реальных ситуаций, в частности если платежи всегда предшествуют поступлениям. Поэтому многие экономисты считают наиболее целесообразным использование внутренней нормы доходности как основной характеристики при сравнении потоков платежей.

**Срок окупаемости инвестиций.** Этот критерий, являющийся одним из самых простых и широко распространенных в мировой учетно-аналитической практике, не предполагает учета временной упорядоченности денежных поступлений. Алгоритм расчета срока окупаемости ( $PP$ ) зависит от равномерности распределения прогнозируемых доходов от инвестиций. Если доход распределен по годам равномерно, то срок окупаемости рассчитывается делением единовременных затрат на величину годового дохода, обусловленного ими. При получении дробного числа оно обычно округляется в сторону увеличения до ближайшего целого. Если прибыль распределена неравномерно, то срок окупаемости рассчитывается прямым подсчетом числа лет, в течение которых инвестиция будет погашена кумулятивным доходом. Общая формула расчета показателя  $PP$  имеет вид:

$$PP = \min n, \text{ при котором } \sum_{k=1}^n P_k \geq IC.$$

Нередко показатель  $PP$  рассчитывается более точно, т.е. рассматривается и дробная часть года; при этом делается предположение, что денежные потоки распределены равномерно в течение каждого года.

Многие специалисты при расчете срока окупаемости инвестиций все же рекомендуют учитывать временной аспект. В этом случае в расчет принимаются денежные потоки, дисконтированные по показателю  $q = WACC$ , а соответствующая формула для расчета дисконтированного срока окупаемости,  $DPP$ , имеет вид:

$$DPP = \min n, \text{ при котором } \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+q)^k} \geq IC.$$

Очевидно, что в случае дисконтирования срок окупаемости увеличивается, т.е. всегда  $DPP > PP$ . Иными словами, проект, приемлемый по критерию  $PP$ , может оказаться неприемлемым по критерию  $DPP$ . Очевидно, что показатель  $PP$  соответствует случаю, когда  $q = 0$ .

Итак, срок окупаемости — тот срок, за который доходы покроют расходы. Предполагается, что после этого проект (инвестиционный проект, или проект изменения налоговой системы, в частности ставок налогов, или же какой-либо иной) приносит только прибыль. Очевидно, это верно не для всех проектов. Потому понятие «срок окупаемости» применяют прежде всего к тем проектам, в которых за единовременным вложением средств следует ежегодное получение прибыли.

**Пример 2.** Рассмотрим финансовый поток с одним платежом  $a(0) = (-A)$  и дальнейшими поступлениями  $a(1) = a(2) = a(3) = \dots = a(t) = \dots = B$ . Простейший (и наименее обоснованный) способ расчета срока окупаемости состоит в делении объема вложений  $A$  на ожидаемый ежегодный доход  $B$ . Тогда срок окупаемости  $PP$  равен  $A/B$ . Пусть, например,  $A$  — это разовое уменьшение налоговых сборов в результате снижения ставок, а  $B$  — ожидаемый ежегодный прирост поступлений в бюджет, обеспеченный расширением налоговой базы в результате ускоренного развития производства.

Этот способ не учитывает дисконтирование. К чему приведет введение в расчет дисконт-фактора? Пусть, как и ранее, объем единовременных вложений равен  $A$ , причем начиная с конца первого года проект дает доход  $B$  еже-

годно (точнее, доход поступает порциями, равными  $B$ , с момента, наступающего через год после вложения, и далее с интервалом в год). Если дисконт-фактор равен  $C$ , то максимально возможный суммарный доход равен:

$$BC + BC^2 + BC^3 + BC^4 + BC^5 + \dots = BC(1 + C + C^2 + C^3 + C^4 + \dots).$$

В скобках стоит сумма бесконечной геометрической прогрессии, равная, как известно, величине  $1/(1 - C)$ . Следовательно, максимально возможный суммарный доход от первого года после вложения до скончания мира равен  $BC/(1 - C)$ .

Отсюда следует, что если  $A/B$  меньше  $C/(1 - C)$ , то можно указать (рассчитать) срок окупаемости проекта, но он будет больше, иногда существенно больше, чем  $A/B$ . Если же  $A/B$  больше или равно  $C/(1 - C)$ , то проект не окупится никогда. Поскольку максимально возможное значение  $C$  равно 0,89, то проект не окупится никогда, если  $A/B$  не меньше  $0,89/0,11 = 8,09$ .

**Пример 3.** Пусть вложения равны 1 млн руб., ежегодная прибыль составляет 500 тыс., т.е.  $A/B = 2$ . Пусть дисконт-фактор  $C = 0,8$ . Каков срок окупаемости? При примитивном подходе (соответствующем  $C = 1$ ) он равен 2 г. А на самом деле?

За  $k$  лет будет возвращено:

$$BC(1 + C + C^2 + C^3 + C^4 + \dots + C^k) = BC(1 - C^{k+1})/(1 - C),$$

согласно известной формуле для суммы конечной геометрической прогрессии. Для срока окупаемости получаем уравнение:

$$1 = 0,5 \times 0,8(1 - 0,8^{k+1})/(1 - 0,8), \quad (6)$$

откуда  $0,5 = (1 - 0,8^{k+1})$ , или  $0,8^{k+1} = 0,5$ . Прологарифмируем обе части последнего уравнения:  $(k + 1) \ln 0,8 = \ln 0,5$ , откуда:

$$(k + 1) = \ln 0,5 / \ln 0,8 = (-0,693) / (-0,223) = 3,11, \quad k = 2,11.$$

Срок окупаемости оказался в данном примере равным 2,11 лет, т.е. увеличился примерно на 4 недели. Это немного. Однако если  $B = 0,2$ , то вместо (6) мы имеем:

$$1 = 0,2 \times 0,8(1 - 0,8^{k+1})/(1 - 0,8).$$

Это уравнение не имеет решения, поскольку  $A/B = 5 > C/(1 - C) = 0,8/(1 - 0,8) = 4$ , проект не окупится никогда. Окупаемости можно ожидать лишь в случае  $A/B < 4$ . Рассмотрим и промежуточный случай,  $B = 0,33$ , с «примитивным» сроком окупаемости 3 года. Тогда вместо (6) имеем уравнение:

$$1 = 0,33 \times 0,8 (1 - 0,8^k + 1)/(1 - 0,8), \quad (7)$$

откуда  $0,76 = (1 - 0,8^k + 1)$ , или  $0,8^k + 1 = 0,24$ . Прологарифмируем обе части последнего уравнения:  $(k + 1) \ln 0,8 = \ln 0,24$ , откуда:

$$(k + 1) = \ln 0,24 / \ln 0,8 = (-1,427) / (-0,223) = 6,40, \quad k = 5,40.$$

Итак, реальный срок окупаемости — не три года, а согласно уравнению (7) чуть менее пяти с половиной лет.

Если вложения делаются не одновременно или доходы поступают по иной схеме, то расчеты усложняются, но суть дела остается той же.

Таким образом, срок окупаемости зависит от неизвестного дисконт-фактора  $C$  или даже от неизвестной дисконт-функции — ибо какие у нас основания считать будущую дисконт-функцию постоянной? Иногда (в том числе в официальных изданиях [13]) рекомендуется использовать норму дисконта (дисконт-фактор), соответствующую приемлемой для инвестора норме дохода на капитал. Мы не знаем заранее, какую норму дисконта тот или иной инвестор сочтет приемлемой. Однако ясно, что она зависит от ситуации в экономике в целом. То, что представляется выгодным сегодня, может оказаться невыгодным завтра, или наоборот. Тем самым решение перекладывается на инвестора, который фактически выступает в роли эксперта по выбору нормы дисконта.

**Коэффициент эффективности инвестиций.** Этот критерий имеет две характерные черты: во-первых, он не предполагает дисконтирования показателей дохода; во-вторых, доход характеризуется показателем чистой прибыли  $PN$  (прибыль за минусом отчислений в бюджет). Алгоритм расчета исключительно прост, что и предопределяет широкое использование этого показателя на практике. Коэффициент эффективности инвестиции, называемый также учетной нормой прибыли ( $ARR$ ), рассчитывается делением среднегодовой прибыли  $PN$  на среднюю величину инвестиций (коэффициент берется в процентах). Средняя величина инвестиций находится делением исходной суммы капитальных вложений на 2, если предполагается, что по истечении срока реализации анализируемого проекта все капитальные затраты будут списаны. Если допускается наличие остаточной или ликвидационной стоимости ( $RV$ ),

то ее оценка должна быть учтена в расчетах. Иными словами, существуют различные алгоритмы исчисления показателя  $ARR$ . Достаточно распространенным является следующий:

$$ARR = \frac{PN}{(IC + RV)/2}.$$

Данный показатель чаще всего сравнивается с коэффициентом рентабельности авансированного капитала, рассчитываемого делением общей чистой прибыли организации на общую сумму средств, авансированных в ее деятельность (итог среднего баланса-нетто).

Метод, основанный на коэффициенте эффективности инвестиции, также имеет ряд существенных недостатков, обусловленных в основном тем, что он не учитывает временной компонент денежных потоков. В частности, метод не делает различия между проектами с одинаковой суммой среднегодовой прибыли, но варьирующей суммой прибыли по годам, а также между проектами, имеющими одинаковую среднегодовую прибыль, но генерируемую в течение различного количества лет, и т.п.

Критерии (показатели, характеристики финансовых потоков) используются для оценки и сравнения инвестиционных проектов, выбора из них наиболее предпочтительных для инвестора [14, 15]. Поскольку рассмотренные показатели (критерии, характеристики финансовых потоков) относятся к различным моментам времени, ключевой проблемой здесь является их сопоставимость между собой. Относиться к результатам сопоставления тех или иных критериев можно по-разному в зависимости от существующих объективных и субъективных условий: темпа инфляции, размера инвестиций и генерируемых поступлений, горизонта прогнозирования, уровня квалификации аналитика и т.п.

#### **2.3.4. Оценки погрешностей характеристик финансовых потоков и проблема горизонта планирования**

**Погрешности экономических измерений.** Все знают, что любое инженерное измерение проводится с некоторой погрешностью. Эту погрешность обычно приводят в документации (техническом паспорте средства измерения) и учитывают при принятии решений. Ясно, что и любое экономическое измерение также проводится с погрешностью. А вот какова она? Необходимо уметь ее оценивать, поскольку ошибки при принятии экономических решений обходятся дорого.



Например, чистая текущая стоимость, срок окупаемости и сам вывод о прибыльности проекта зависят от неизвестного дисконт-фактора  $C$  или даже от неизвестной дисконт-функции — ибо какие у нас основания считать будущую дисконт-функцию постоянной? Экономическая история России последних лет показывает, что банки довольно часто меняют проценты выплат за депозит и за кредит.

Количественная оценка финансовых потоков инвестиционных проектов, в частности денежных поступлений и платежей, представляет собой сложную задачу, поскольку на каждый из них оказывает влияние множество разнообразных факторов, а сами оценки охватывают достаточно длительный промежуток времени. В частности, для рассматриваемого примера важно учитывать **следующие характеристики инвестиционного проекта**:

- возможные колебания рыночного спроса на продукцию;
- ожидаемые колебания цен на потребляемые ресурсы и производимую продукцию;
- возможное появление на рынке товаров-конкурентов;
- планируемое снижение производственно-сбытовых издержек по мере освоения новой продукции и наращивания объемов производства;
- влияние инфляции на покупательную способность потребителей и, соответственно, на объемы продаж.

Поэтому такие оценки базируются на прогнозах внутренней и внешней среды предприятия. Использование прогнозных оценок всегда связано с риском, возрастающим при увеличении масштаба проекта и длительности инвестиционного периода.

Оценка финансовых потоков инвестиционных проектов связана также с анализом источников финансирования. Причем для целей проводимого анализа особое внимание уделяется внешним источникам, в частности акционерному капиталу и планируемым затратам по обслуживанию привлеченного капитала: размерам дивидендов, периодичности их выплат и т.п.

**Оценка погрешности  $NPV$ .** В качестве примера рассмотрим исследование влияния чистой текущей стоимости  $NPV$  на устойчивость (чувствительность) к малым отклонениям значений дисконт-функции. Для этого надо найти максимально возможное отклонение  $NPV$  при допустимых отклонениях значений дисконт-функции (или, если угодно, значений банковских процентов). В качестве примера рассмотрим инвестиционный проект, описываемый финансовым потоком из четырех элементов:

$$\begin{aligned} NPV &= NPV(a(0), a(1), C(1), a(2), C(2), a(3), C(3))= \\ &= a(0) + a(1)C(1) + a(2)C(2) + a(3)C(3). \end{aligned}$$

Предположим, что изучается устойчивость (чувствительность) для ранее рассмотренных значений:

$$a(0) = -10, a(1) = 3, a(2) = 4, a(3) = 5, C(1) = 0,89, C(2) = 0,80, C(3) = 0,71.$$

Пусть максимально возможные отклонения  $C(1)$ ,  $C(2)$ ,  $C(3)$  равны  $\pm 0,05$ .

Тогда максимум значений  $NPV$  равен:

$$NPV_{max} = -10 + 3 \times 0,94 + 4 \times 0,85 + 5 \times 0,76 = -10 + 2,82 + 3,40 + 3,80 = 0,02,$$

в то время как минимум значений  $NPV$  есть:

$$NPV_{min} = -10 + 3 \times 0,84 + 4 \times 0,75 + 5 \times 0,66 = -10 + 2,52 + 3,00 + 3,30 = -1,18.$$

Для  $NPV$  получаем интервал от  $(-1,18)$  до  $(+0,02)$ . Его длина достаточно велика. В нем есть и положительные, и отрицательные значения, так что не удастся сделать однозначного заключения — будет проект убыточным или выгодным. Для принятия решения не обойтись без экспертов.

Есть много подходов к изучению чувствительности экономических величин и основанных на них выводах, которые нет возможности рассмотреть здесь (см. монографию [4]). Обратите, например, внимание на то, что величины  $a(0)$ ,  $a(1)$ ,  $a(2)$ ,  $a(3)$  в только что рассмотренном примере изучения чувствительности считались постоянными. А ведь это упрощение ситуации, трудно предсказать на три года вперед возможность выполнения обязательств.

Что с точки зрения экономической теории означает приравнение дисконт-функции константе? В гл. 1.4 показано, что необходимым и достаточным условием, выделяющим модели с постоянным дисконтированием среди всех моделей динамического программирования, является устойчивость результатов сравнения планов на 1 и 2 шага. Другими словами, модели с постоянным дисконтированием игнорируют изменение предпочтений людей, научно-технический прогресс, вообще любые изменения в экономике, вызванные СТЭП-факторами, а потому не могут быть полностью адекватны реальности.

Чистая текущая стоимость, очевидно, зависит от общего объема платежей. Как правило, чем проект крупнее, тем эта характеристика проекта больше по абсолютной величине (например, изменение ставок налога в масштабе страны приносит больший эффект, чем в масштабах региона). При этом при одних значениях нормы дисконта она может быть положительной, а при других — отрицательной. Крайние значения  $C = 0$  (банковский процент крайне высок) и  $C = 1$  (он крайне низок) могут дать эти две возможности.

Для иных характеристик, например внутренней нормы доходности, выводы аналогичны. Дополнительные проблемы вносят неопределенность горизонта планирования, а также будущая инфляция. Если считать, что финансовый

поток должен учитывать инфляцию, то это означает, что до принятия решений об инвестициях необходимо на годы вперед спрогнозировать рост цен, а это до сих пор еще не удавалось ни одной государственной или частной исследовательской структуре. Если же рост цен не учитывать, то отдаленные во времени доходы могут «растаять» в огне инфляции. На практике риски учитывают, увеличивая  $q$  на десяток-другой процентов.

Подходы к измерению погрешности чистой текущей стоимости, обусловленной отклонениями значений коэффициента дисконтирования год от года, развиты в [16, 17].

**Проблема горизонта планирования.** Выше рассмотрен ряд характеристик налоговых и инвестиционных проектов. Этот перечень можно существенно расширить. Например, комбинируя прибыль и рентабельность, можно строить характеристику, которая была бы пригодна для сравнения как малых, так и больших проектов.

Во многих ситуациях продолжительность проекта не определена объективно (типичная ситуация для инноваций налоговой системы) либо горизонт планирования инвестора не охватывает всю продолжительность реализации проекта до этапа утилизации. В таких случаях важно изучить влияние горизонта планирования на принимаемые решения (см. гл. 1.4).

От горизонта планирования зависят принимаемые решения. Например, при коротком периоде планирования целесообразны лишь инвестиции (капиталовложения) в оборотные фонды предприятия, и лишь при достаточно длительном периоде — в основные фонды. Принимая во внимание зависимость оптимальных решений от горизонта планирования, ряд западных экономистов отказывается рассматривать фирмы как инструменты для извлечения прибыли. Они предпочитают рассматривать организации (предприятия) как структуры, аналогичные живым существам. Живые существа не стремятся к прибыли, у них другие цели. Прежде всего они стараются обеспечить свое нынешнее и будущее существование и развитие. Речь идет об известной на Западе гипотезе Гэлбрейта — Баумола — Марриса (Galbraith — Baumol — Marris), в соответствии с которой в основе поведения корпораций лежит стремление к «максимальному росту», а не к «максимальной прибыли» [18, с. 403].

### **2.3.5. Практические вопросы реализации инновационных и инвестиционных проектов**

Рассмотрим некоторые вопросы, связанные с практическими вопросами подготовки и реализации инвестиционных проектов.

**Неопределенность и риски будущего развития.** Будущее нам неизвестно, а потому неизвестны и будущие доходы, и расходы, мы можем лишь прогнозировать их с той или иной степенью уверенности. Как описывать неопределенность будущего? Чем мы рискуем? Как отражается неопределенность будущего на потоках платежей, их характеристиках и выводах об эффективности управляющих воздействий на реализацию инвестиционных проектов, включая и такие «экзотические», как процессы налогообложения, на других решениях? Как уменьшить возможные потери и защититься от рисков?

Подчеркнем, что фактор риска является весьма существенным. Инвестиционная деятельность, во-первых, всегда связана с иммобилизацией финансовых ресурсов компании и, во-вторых, обычно осуществляется в условиях неопределенности, степень которой может значительно варьироваться.

Разработаны различные способы уменьшения экономических рисков, связанные с выбором стратегий поведения, в частности диверсификацией, страхованием и др. (см. гл. 2.4). Нестандартный пример: применительно к системам налогообложения диверсификация означает использование не одного, а системы налогов, чтобы нейтрализовать действия налогоплательщиков, нацеленные на уменьшение своих налоговых платежей.

**Необходимость применения экспертных оценок при сравнении инвестиционных проектов.** Из сказанного выше вытекает, что разнообразные формальные методы оценки инвестиционных проектов и их рисков во многих случаях (реально во всех нетривиальных ситуациях) не могут дать однозначных рекомендаций.

Поэтому процедуры экспертного оценивания нужно применять не только на заключительном этапе, но и на всех остальных этапах анализа инвестиционного проекта. При этом необходимо использовать весь арсенал теории и практики экспертных оценок, весьма развитой области научной и практической деятельности (см. гл. 3.4). В конце процесса принятия решения — всегда человек.

Мы не призываем отказаться от формально-экономических методов. Вычисление чистой текущей стоимости и других характеристик финансовых потоков, использование соответствующих программных продуктов полезны для принятия обоснованных решений. Однако нельзя абсолютизировать формально-экономические методы. На основной вопрос: что лучше — быстро, но мало или долго, но много — ответить могут только эксперты.

В связи с этим система поддержки принятия решений в области управления инвестициями, а также, например, совершенствования налогообложения, оценки управляющих воздействий на процессы налогообложения должна сочетать формально-экономические и экспертные процедуры.

**Технико-экономические обоснования проектов и бизнес-планы.** Инновационные и инвестиционные проекты начинаются с планирования. Разрабатывается технико-экономическое обоснование проекта, которое в современной традиции называется бизнес-планом. В нем рассматриваются, в частности, и те вопросы, которые обсуждались выше.

**Бизнес-план** — обширный документ, состоит зачастую из сотен и тысяч страниц. Выпущены много пособий по этой тематике, в частности по составлению бизнес-планов [19, 20], сборники типовых бизнес-планов [21], справочные пособия по управлению инвестициями [22]. У любого пособия есть достоинства и недостатки, один автор обращает внимание на одну сторону вопроса, другой — на другую. Но надо помнить, что за последствия принимаемых решений отвечает тот, кто их принимает, а не авторы пособия. Бесспорно совершенно, что ни одно пособие не может освободить менеджера и экономиста от умственной работы, от активного использования его здравого смысла и знаний.

Вопросы управления инвестициями занимают большое место в менеджменте высоких технологий при проектировании интегрированных производственно-корпоративных структур [23, 24], в частности при разработке организационно-экономических подходов к оценке реализуемости инновационно-инвестиционных проектов в ракетно-космической отрасли [25].

### **Список использованной литературы**

1. *Первозванский А.А., Первозванская Т.Н.* Финансовый рынок: расчет и риск. — Москва : Инфра-М, 1994. — 256 с.
2. *Четыркин Е.М.* Методы финансовых и коммерческих расчетов. — Москва : Дело Лтд, 1995. — 437 с.
3. *Ковалев В.В.* Методы оценки инвестиционных проектов. — Москва : Финансы и статистика, 1998. — 144 с.
4. *Орлов А.И.* Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.
5. *Орлов А.И.* Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.

6. *Пиндайк Р., Рубинфельд Д.* Микроэкономика. — Москва : «Экономика» — «Дело», 1992. — 510 с.
7. Математическое моделирование процессов налогообложения (подходы к проблеме) / под редакцией А.И. Орлова. — Москва : Минобразования РФ, 1997. — 232 с.
8. *Лэйард Р.* Макроэкономика. — Москва : Джон Уайли энд Санз, 1994. — 160 с.
9. *Орлов А.И.* Искусственный интеллект: нечисловая статистика : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 446 с.
10. *Орлов А.И.* Оценка инфляции по независимой информации // Научный журнал КубГАУ. — 2015. — № 108. — С. 259–287.
11. *Куликова С.Ю., Муравьева В.С., Орлов А.И.* Контроллинг динамики потребительских цен и прожиточного минимума // Научный журнал КубГАУ. — 2017. — № 126. — С. 403–421.
12. *Орлов А.И.* Теория принятия решений : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.
13. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. — Москва : Минэкономики РФ, 1994. — 80 с.
14. *Орлов А.И.* В каких случаях можно дать экономическую оценку эффективности инвестиционного проекта? // Научный журнал КубГАУ. — 2022. — № 180. — С. 297–314.
15. *Орлов А.И.* О методах сравнения инвестиционных проектов в ракетно-космической отрасли // Научный журнал КубГАУ. — 2023. — № 188. — С. 134-157.
16. *Алешин Д.Н.* Экономическое обоснование эффективности инвестиционных проектов на предприятиях на основе применения эконометрического метода интервальной оценки : автореф. дисс. ... канд. экон. наук / Д.Н. Алешин. — Москва : МГТУ, 2001. — 16 с.
17. *Орлов А.И.* Оценка погрешностей характеристик финансовых потоков инвестиционных проектов в ракетно-космической промышленности // Научный журнал КубГАУ. — 2015. — № 109. — С. 238–264.
18. *Самуэльсон П.* Экономика. Т. 2. — Москва : АЛГОН, 1992. — 416 с.
19. *Курач Л.А., Лепе Л.Н., Семенов П.М.* Разработка бизнес-плана предприятия. — Москва : Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы, 1996. — 90 с.

20. Маниловский Р.Г. Бизнес-план. — Москва : Финансы и статистика, 1998. — 160 с.

21. Сборник бизнес-планов с комментариями и рекомендациями / под редакцией В.М. Попова. — Москва : Финансы и статистика, 1998. — 488 с.

22. Управление инвестициями. В 2 томах. Т. 2 / В.В. Шеремет, В.М. Павлюченко, В.Д. Шапиро и др. — Москва : Высшая школа, 1998. — 512 с.

23. Орлов А.И., Анисимов С.Н., Колобов А.А. и др. Проектирование интегрированных производственно-корпоративных структур: эффективность, организация, управление / под редакцией А.А. Колобова, А.И. Орлова. — Москва : МГТУ, 2006. — 728 с.

24. Колобов А.А., Омельченко И.Н., Орлов А.И. Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость. — Москва : Экзамен, 2008. — 621 с.

25. Волков В.А., Орлов А.И. Организационно-экономические подходы к оценке реализуемости инновационно-инвестиционных проектов // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — № 97. — С. 1074–1086.

### **Контрольные вопросы**

1. Приведите примеры СТЭЭП-факторов.
2. Почему следует учитывать СТЭЭП-факторы при управлении инвестициями?
3. Почему необходимо дисконтировать распределенные во времени платежи и поступления?
4. Как связаны чистая текущая стоимость и внутренняя норма доходности?
5. Связан ли срок окупаемости с банковским процентом?
6. Как изучается устойчивость  $NPV(q)$ ?
7. В чем состоит проблема горизонта планирования в инвестиционном менеджменте?
8. Почему необходимо использовать методы экспертных оценок при сравнении инвестиционных проектов?

## **Темы докладов, рефератов, исследовательских работ**

1. Изучите чувствительность дисконт-функции по отношению к малым отклонениям банковских процентов в различные годы.
2. Сравните такие характеристики потоков платежей, как чистая текущая стоимость и индекс рентабельности инвестиций.
3. Укажите достаточные условия однозначного определения внутренней нормы доходности.
4. Найдите максимально возможное отклонение чистой текущей стоимости от  $NPV(q)$  в результате малых отклонений приемлемой нормы прибыли по годам  $q_1, q_2, \dots, q_n$  от  $q$  (на основе [16, 17]).
5. Разработайте процедуру применения экспертных оценок при сравнении эффективности инвестиционных проектов.
6. Разработайте бизнес-план инвестиционного проекта, относящегося к Вашей области деятельности.

### **2.4. РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ**

Последствия решений менеджера, экономиста, инженера проявятся в будущем, а будущее неизвестно. Мы вынуждены принимать решения в условиях неопределенности. Мы всегда рискуем, поскольку нельзя исключить возможность нежелательных событий. Но можно сократить частоту их появления и возможный ущерб. Для этого необходимо спрогнозировать дальнейшее развитие событий, в частности последствия принимаемых решений, выявить риски, оценить их, а затем управлять рисками. Это и есть основные задачи риск-менеджмента.

#### **2.4.1. Прогнозирование рисков**

**Методы социально-экономического прогнозирования.** Кратко рассмотрим различные методы эконометрического прогнозирования (предсказания, экстраполяции), используемые в социально-экономической области. По вопросам прогнозирования имеется большое число публикаций (см., например, книги [1–9]). Как часть теории принятия решений существует научная дисциплина «Математические методы прогнозирования». Ее целью являются разработка, изучение и применение современных математических методов эконометрического (в частности, статистического, экспертного, комбинированного)



прогнозирования социально-экономических явлений и процессов, причем методы должны быть проработаны до уровня, позволяющего их использовать в практической деятельности экономиста, инженера и менеджера. К основным задачам этой дисциплины относятся разработка, изучение и применение современных математико-статистических методов прогнозирования. Наиболее перспективными являются непараметрические методы. Они включают метод наименьших квадратов с оцениванием точности прогноза, адаптивные методы, методы авторегрессии и др. Не менее необходимо развитие теории и практики экспертных методов прогнозирования, в том числе методов анализа экспертных оценок на основе статистики нечисловых данных. Особенно актуальна разработка методов прогнозирования в условиях риска, а также комбинированных методов прогнозирования с использованием совместно экономико-математических и эконометрических (как статистических, так и экспертных) моделей.

Теоретической основой методов прогнозирования являются математические дисциплины (прежде всего теория вероятностей и математическая статистика, дискретная математика, исследование операций), а также экономическая теория, экономическая статистика, менеджмент, социология, политология и другие социально-экономические науки.

Как общепринято со времен основоположника научного менеджмента Анри Файоля, прогнозирование и планирование — основа работы менеджера (см. гл. 1.2). Сущность эконометрического прогнозирования состоит в описании и анализе будущего развития, в отличие от планирования, при котором директивным образом задается будущее движение.

Часто оказывается полезным промежуточный путь между прогнозированием и планированием — так называемое нормативное прогнозирование. При его применении сначала задается цель (т.е. «норма», которой необходимо следовать). Затем разрабатывается система мероприятий, обеспечивающая достижение этой цели, и изучаются характеристики этой системы (объем необходимых ресурсов, в том числе материальных, кадровых, финансовых, временных, возникающие риски и т.п.).

Роль прогнозирования в управлении страной, отраслью, регионом, предприятием очевидна. Необходимо учитывать СТЭЭП-факторы (т.е. социальные, технологические, экономические, экологические, политические), факторы конкурентного окружения и научно-технического прогресса, а также прогнозирование расходов и доходов предприятий, населения и общества в целом. Проблемы внедрения и практического использования математических методов

эконометрического прогнозирования для управления рисками и принятия решений связаны прежде всего с отсутствием в нашей стране достаточно обширного опыта подобных исследований.

**Статистические методы прогнозирования.** Наиболее часто используется метод наименьших квадратов при небольшом числе факторов (1–5). Метод наименьших модулей и другие методы экстраполяции применяются реже, хотя их статистические свойства зачастую лучше.

**Оценивание точности прогноза** — необходимая часть процедуры квалифицированного прогнозирования. При этом обычно используют вероятностно-статистические модели восстановления зависимости, например строят наилучший прогноз по методу максимального правдоподобия (при использовании параметрических моделей). Разработаны параметрические (обычно на основе модели нормальных ошибок) и непараметрические оценки точности прогноза и доверительные границы для него (на основе центральной предельной теоремы теории вероятностей). Так, в Институте высоких статистических технологий и эконометрики предложены и изучены методы доверительного оценивания точки наложения (встречи) двух временных рядов и их применения для оценки динамики технического уровня собственной продукции и продукции конкурентов, представленной на мировом рынке [10].

Применяются также эвристические приемы, не основанные на какой-либо теории: метод скользящих средних, метод экспоненциального сглаживания. Адаптивные методы прогнозирования позволяют оперативно корректировать прогнозы при появлении новых точек

**Многомерная регрессия** — основной на настоящий момент эконометрический аппарат прогнозирования. Подчеркнем, что нереалистичное предположение о нормальности погрешностей измерений и отклонений от линии (поверхности) регрессии использовать не обязательно. Однако для отказа от предположения нормальности необходимо опереться на иной математический аппарат, основанный на многомерной центральной предельной теореме теории вероятностей и эконометрической технологии линеаризации. Он позволяет проводить точечное и интервальное оценивание параметров, проверять значимость их отличия от 0 в непараметрической постановке, строить доверительные границы для прогноза.

Весьма важна проблема проверки адекватности модели, а также проблема отбора факторов. Дело в том, что априорный список факторов, оказывающих влияние на отклик, обычно весьма обширен, желательно его сократить. Крупное направление современных эконометрических исследований посвящено методам отбора «информативного множества признаков». Однако эта

проблема пока еще окончательно не решена. Проявляются необычные эффекты. Так, установлено [11], что обычно используемые статистические оценки степени полинома при росте объема выборки имеют геометрическое распределение.

Перспективны непараметрические методы оценивания плотности вероятности и их применение для восстановления регрессионной зависимости произвольного вида. Наиболее сильные результаты в этой области получены с помощью подходов статистики нечисловых данных [12].

К современным статистическим методам прогнозирования относятся также модели авторегрессии, модель Бокса — Дженкинса, системы эконометрических уравнений, основанные как на параметрических, так и на непараметрических подходах.

Для установления возможности применения асимптотических результатов при конечных (так называемых «малых») объемах выборок полезны компьютерные статистические технологии. Они позволяют также строить различные имитационные модели. Отметим полезность методов размножения данных (бутстреп-методов). Системы прогнозирования с интенсивным использованием компьютеров объединяют различные методы прогнозирования в рамках единого автоматизированного рабочего места прогнозиста.

Прогнозирование на основе данных, имеющих нечисловую природу, в частности прогнозирование качественных признаков, основано на результатах статистики нечисловых данных [12]. Весьма перспективными для прогнозирования представляются регрессионный анализ на основе интервальных данных, а также регрессионный анализ нечетких данных, разработанный в монографии [13] — первой книге российского автора по нечетким множествам. Общая постановка регрессионного анализа в рамках статистики нечисловых данных и ее частные случаи — дисперсионный анализ и дискриминантный анализ (распознавание образов с учителем) — дают единый подход к формально различным методам, традиционно рассматриваемым как принципиально различные. Она полезна при программной реализации современных статистических методов прогнозирования.

**Экспертные методы прогнозирования.** Необходимость и общее представление о применении экспертных методов прогнозирования [14] при принятии решений на различных уровнях управления — на уровне страны, отрасли, региона, предприятия — вытекают из рассмотрений гл. 3.4. Отметим большое практическое значение экспертиз при сравнении и выборе инвести-

ционных и инновационных проектов, при управлении проектами, при проведении экологических экспертиз. Роли лиц, принимающих решения (ЛПР), и специалистов (экспертов) в процедурах принятия решений, критерии принятия решений и место экспертных оценок в процедурах принятия решений рассматриваются в экспертологии — научно-практической дисциплине, посвященной методам экспертных оценок. На ее основе формируются конкретные процедуры подготовки и принятия решений с использованием методов экспертных оценок, например процедуры распределения финансирования научно-исследовательских работ (на основе балльных оценок или парных сравнений), технико-экономического анализа, кабинетных маркетинговых исследований (противопоставляемых «полевым» выборочным исследованиям), оценки, сравнения и выбора инвестиционных проектов. В качестве примеров конкретных экспертных процедур, широко используемых при прогнозировании, укажем метод Дельфи и метод сценариев.

Экспертные оценки могут быть получены в различных математических формах. Наиболее часто используются количественные или качественные (порядковые, номинальные) признаки, бинарные отношения (ранжировки, разбиения, толерантности), интервалы, нечеткие множества, результаты парных сравнений, тексты и др. Основные понятия (репрезентативной) теории измерений: основные типы шкал, допустимые преобразования, адекватные выводы и др. — важны применительно к экспертному оцениванию. Необходимо использовать средние величины, соответствующие основным шкалам измерения. Применительно к различным видам рейтингов репрезентативная теория измерений позволяет выяснить степень их адекватности прогностической ситуации, предложить наиболее полезные для целей прогнозирования.

Например, анализ рейтингов политиков по степени их влияния, публиковавшийся одной из известных центральных газет, показал, что из-за неадекватности используемого математического аппарата лишь первые 10 мест, возможно, имеют некоторое отношение к реальности (они не меняются при переходе к другому способу анализа данных, т.е. не зависят от субъективизма членов рабочей группы), остальные — «информационный шум», попытки опираться на них при прогностическом анализе могут привести лишь к ошибкам. Что же касается начального участка рейтинга этой газеты, то он также может быть подвергнут сомнению, но по более глубоким причинам, например, связанным с составом экспертной комиссии.

Статистические методы прогнозирования проанализированы в [15]. Обзору основных методов прогнозирования посвящена работа [16].

**Проблемы применения методов прогнозирования в условиях риска.** Многочисленны примеры ситуаций, связанных с социальными, технологическими, экономическими, политическими, экологическими и другими рисками. Именно в таких ситуациях обычно и необходимо прогнозирование. Известны различные виды критериев, используемых в теории принятия решений в условиях неопределенности (риска). Из-за противоречивости решений, получаемых по различным критериям, очевидна необходимость применения оценок экспертов.

В конкретных задачах прогнозирования необходимо провести классификацию рисков, поставить задачу оценивания конкретного риска, провести структуризацию риска, в частности построить деревья причин (в другой терминологии — деревья отказов) и деревья последствий (деревья событий). Центральной задачей является построение групповых и обобщенных показателей, например показателей конкурентоспособности и качества [17]. Определение приоритетности реализации НИОКР на предприятиях ракетно-космической отрасли [18] исходит из использования рейтингов (обобщенных показателей, интегральных показателей). Риски необходимо учитывать при прогнозировании экономических последствий принимаемых решений, поведения потребителей и конкурентного окружения, внешнеэкономических условий и макроэкономического развития России, экологического состояния окружающей среды, безопасности технологий, экологической опасности промышленных и иных объектов. Метод сценариев незаменим применительно к анализу технических, экономических и социальных последствий аварий.

Имеется некоторая специфика применения методов прогнозирования в ситуациях, связанных с риском. Велика роль функции потерь и методов ее оценивания, в том числе в экономических терминах. В конкретных областях используют вероятностный анализ безопасности (для атомной энергетики) и другие специальные методы.

**Принятие решений и современные компьютерные технологии прогнозирования.** Перспективны интерактивные (человеко-машинные) методы прогнозирования с использованием баз эконометрических данных, имитационных (в том числе на основе применения метода Монте-Карло, т.е. метода статистических испытаний) и экономико-математических динамических моделей, сочетающих экспертные, статистические и моделирующие блоки. Об-

ратим внимание на сходство и различие методов экспертных оценок и экспертных систем. Можно сказать, что экспертная система моделирует поведение эксперта путем формализации его знаний по специальной технологии. Но интуицию «живого эксперта» нельзя заложить в ЭВМ, а при формализации мнений эксперта (фактически при его допросе) наряду с уточнением одних его представлений происходит огрубление других. Другими словами, при использовании экспертных оценок непосредственно обращаются к опыту и интуиции высококвалифицированных специалистов, а при применении экспертных систем имеют дело с компьютерными алгоритмами расчетов и выводов, при создании которых когда-то давно привлекались эксперты как источник данных и типовых заключений.

Обратим внимание на возможность использования в прогнозировании производственных функций, статистически описывающих связь выпуска с факторами производства, на различные способы учета научно-технического прогресса, в частности на основе анализа трендов и с помощью экспертного выявления точек роста. Примеры экономических прогнозов всех видов имеются в литературе. К настоящему времени разработаны компьютерные системы и программные средства комбинированных методов прогнозирования.

**Основные идеи технологии сценарных экспертных прогнозов.** Как уже отмечалось, социально-экономическое прогнозирование, как и любое прогнозирование вообще, может быть успешным лишь при некоторой стабильности условий. Однако решения органов власти, отдельных лиц, иные события меняют условия, и события развиваются по-иному, чем ранее предполагалось. Объективно имеются точки выбора (фуркации), после которых рассматриваемое прогнозистами развитие может пойти по одному из нескольких возможных путей (эти пути и называют обычно сценариями). Выбор может делаться на разных уровнях — конкретной личностью (перейти на другую работу или остаться), менеджером (выпускать ту или иную марку продукции), конкурентами (сотрудничество или борьба), властными структурами (выбор той или иной системы налогообложения), населением страны (выбор президента), «международным сообществом» (вводить или нет санкции против России).

Рассмотрим примеры. Вполне очевидно, что после первого тура президентских выборов 1996 г. о дальнейшем развитии социально-экономических событий можно было говорить лишь в терминах сценариев: если победит Б.Н. Ельцин, то будет то-то и то-то, если победит Г.А. Зюганов, то события пойдут так-то и так-то.

Работа [19] имела целью прогноз динамики валового внутреннего продукта (ВВП) на 9 лет (1999–2007). При ее проведении было ясно, что за это время произойдут различные политические события, в частности по крайней мере два цикла парламентских и президентских выборов (при условии сохранения нынешней политической структуры), результаты которых нельзя предсказать однозначно. В связи с этим прогноз динамики ВВП мог быть сделан лишь по отдельности для каждого сценария из некоторой гаммы, охватывающей возможные пути социально-экономической динамики России.

Метод сценариев необходим не только при социально-экономическом прогнозировании. Например, при разработке методологического, программного и информационного обеспечения анализа риска химико-технологических проектов необходимо составить полный каталог сценариев аварий, связанных с утечками и выбросами токсических химических веществ. Каждый из таких сценариев описывает аварию своего типа, со своим индивидуальным происхождением, развитием, техническими, экономическими, медицинскими и социальными последствиями, возможностями предупреждения [20].

Для построения исчерпывающего, но обозримого набора сценариев необходимо предварительно проанализировать динамику социально-экономического развития рассматриваемого экономического агента и его окружения. Корни будущего — в настоящем и прошлом, причем зачастую — в весьма далеком прошлом. Кроме макроэкономических и микроэкономических характеристик, известных лишь с погрешностями, необходимо учитывать состояние и динамику отечественного массового сознания, политических, в том числе внешнеполитических, реалий, поскольку на обычно рассматриваемом интервале времени (до 10 лет) экономика зачастую следует за политикой, а не наоборот.

Так, к началу 1985 г. экономика СССР находилась в достаточно стабильном состоянии с ежегодным ростом в среднем на 3–5 %. Если бы не было «перестройки» и «реформ», то развитие продолжалось бы в прежних условиях. Тогда к концу тысячелетия ВВП СССР увеличился бы на 50 % и составил 150 % от уровня 1985 г. Из-за «перестройки» и «реформ» ВВП России за эти 15 лет упал примерно в 2 раза, т.е. составил около 50 % по сравнению с 1985 г. Следовательно, в 3 раза меньше, чем можно было бы ожидать из чисто экономических причин при сохранении стабильных условий 1985 г. Глобальный прогноз на основе неформальной информационной экономики будущего (солидарной информационной экономики, солидарной цифровой экономики) разработан в [21].

Часто используют упрощенный подход к прогнозированию методом сценариев, а именно формулируют три сценария — оптимистический, вероятный и пессимистический. При этом для каждого из сценариев достаточно произвольно выбирают значения параметров, описывающих производственно-экономическую ситуацию (по-английски — case). Цель такого подхода — рассчитать интервалы разброса для характеристик и «коридоры» для временных рядов, интересующих исследователя (и заказчика исследования). Например, прогнозируют финансовый поток (по-английски — cash flow) и чистую текущую стоимость (по-английски — net present value, или NPV) инвестиционного проекта.

Ясно, что такой упрощенный подход не может дать максимального или минимального значения характеристики, он дает лишь представление о порядке количественной меры разброса. Однако его развитие приводит к байесовской постановке в теории принятия решений. Например, если сценарий описывается элементом конечномерного евклидова пространства, то любое вероятностное распределение на множестве исходных параметров преобразуется в распределение интересующих исследователя характеристик. Расчеты могут быть проведены с помощью современных информационных технологий метода статистических испытаний. Надо в соответствии с заданным распределением на множестве параметров выбирать с помощью датчика псевдослучайных чисел конкретный вектор параметров и рассчитывать для него итоговые характеристики. В результате получится эмпирическое распределение на множестве итоговых характеристик, которое можно разными способами анализировать, находить оценку математического ожидания, разброса и др. Остается только неясным, как задавать распределение на множестве параметров. Естественно, для этого можно использовать экспертов.

Прогнозирование в рамках каждого конкретного сценария с целью получения ответов на интересующие исследователя вопросы также осуществляется в соответствии с описанной выше методологией прогнозирования. При стабильных условиях могут быть применены статистические методы прогнозирования временных рядов. Однако этому обычно предшествует анализ с помощью экспертов, причем зачастую прогнозирование на словесном уровне является достаточным (для получения интересующих исследователя и ЛПР выводов) и не требующим количественного уточнения.

Как известно, при принятии решений на основе анализа ситуации, в том числе результатов прогнозных исследований, можно исходить из различных



критериев. Так, можно ориентироваться на то, что ситуация сложится наилучшим, или наилучшим, или средним (в каком-либо смысле) образом. Можно попытаться наметить мероприятия, обеспечивающие минимально допустимые полезные результаты при любом варианте развития ситуации, и т.д.

#### 2.4.2. Различные виды рисков

Будущее нам неизвестно, а потому неизвестны и будущие доходы и расходы, мы можем лишь прогнозировать их с той или иной степенью уверенности. Как описывать неопределенность будущего? Чем мы рискуем и что вообще понимать под «риском»? Как отражается неопределенность будущего на финансовых потоках (потоках платежей и поступлений), их характеристиках и выводах об эффективности управляющих воздействий на те или иные экономические процессы и других решениях? Как уменьшить возможные потери и защититься от рисков?

**Риск — это нежелательная возможность.** Эта возможность может реализоваться в будущем, поэтому методы анализа и управления рисками базируются на методах прогнозирования будущего развития.

Чтобы управлять рисками, надо сначала знать о существующих рисках. Поскольку на деятельность любой организации непосредственно либо потенциально влияют риски различной природы, необходима классификация рисков. Возможно, для различных целей понадобятся различные классификации, основанные на различных методологических принципах.

Для построения такой классификации необходим какой-либо упорядочивающий принцип. Возьмем за основу движение от частного к общему. Тогда естественно выделить:

- 1) личные и семейные риски, относящиеся к судьбе отдельного человека и его семьи;
- 2) производственные риски (внутренние риски), связанные непосредственно с деятельностью предприятия;
- 3) коммерческие риски, вызванные неполной предсказуемостью динамики рынка, т.е. действий потребителей и конкурентов;
- 4) финансовые риски, определяемые макроэкономической ситуацией;
- 5) риски, возникающие на уровне государства и Земли в целом [22].

Затем необходимо изучить степень их влияния на показатели эффективности деятельности организации с целью выделения наиболее значимых.

После этого целесообразно провести изучение различных способов оценки финансовых и иных рисков в случаях, когда они моделируются с помощью тех или иных математических структур. В частности, распространено моделирование рисков с помощью вероятностей и случайных величин. Перспективной представляется разработка методов описания рисков с помощью теории нечетких множеств, лингвистических переменных, качественных признаков, интервальных математических и эконометрических моделей и др. Существенно, что описание может быть многомерным. Например, каждая координата может соответствовать своему виду воздействия (нарушения, происшествия) и описываться количественным либо качественным признаком. Тогда дополнительно возникает задача агрегирования (сведения вместе) показателей риска. Для агрегирования могут быть использованы различные методы, разработанные в теории оценки технического уровня и в теории экспертных оценок.

**Следующий этап** — разработка методологии применения различных методов управления рисками с использованием экспертных оценок, современных методов прогнозирования, эконометрических и экономико-математических моделей с целью повышения эффективности деятельности организации в условиях риска. При этом необходимо научиться практически решать проблему многокритериальности (согласования оценок рисков, полученных по различным основаниям, с целью эффективного управления риском).

К настоящему времени накоплена огромная литература по вопросам риска, как общая, например теория статистического риска, так и по отдельным вопросам — по экологическим рискам, статистическим методам обеспечения качества, финансовым рискам и др.

**Производственные риски.** К ним прежде всего относятся риски, связанные с выпуском дефектной продукции. Хорошо известно, что при массовом производстве невозможно обеспечить выпуск продукции без дефектов, поэтому действуют отделы технического контроля (ОТК), службы (бюро) качества и другие подразделения, осуществляющие контроль качества продукции. Известно, что в машиностроении стоимость контрольных операций составляет в среднем около 10 % от стоимости продукции. Часть потерь от риска компенсируется службами технического обслуживания продукции, уже находящейся у потребителей. Постоянно используемыми терминами в этой области являются «риск поставщика» и «риск потребителя». Вопросам управления качеством посвящена обширная литература. Одна из важных групп показателей качества — *характеристики надежности*.

Другой вид рисков связан с осуществлением действующих технологических процессов. Речь идет об авариях различной степени тяжести, от незначительных нарушений технологических процессов до катастроф с человеческими жертвами. В качестве примера оценки и управления рисками укажем на автоматизированную систему прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок [23, 24]. Целесообразно обратить внимание на экологические риски, в частности, связанные с аварийными сбросами в реки технологических жидкостей, выбросами в атмосферу газов и взвешенных частиц и др. За подобные действия предприятия обязаны платить штрафы согласно предписаниям экологических органов (см. гл. 2.5 ниже).

Отметим риски, относящиеся к проектируемым продукции или технологическим процессам. Они могут быть связаны с ошибками разработчиков или физической невозможностью осуществления того или иного процесса. Так, в течение всей второй половины XX в. физики постоянно говорили о появлении в ближайшее время неиссякаемого источника энергии на основе преобразования управляемого термоядерного синтеза. Эта пропаганда, несомненно, сдерживала финансирование и развитие ресурсосберегающих технологий. Еще в начале XX в. Д.И. Менделеев писал, что сжигать нефть — это то же самое, что топить печь ассигнациями. Тем не менее и сейчас нефть используют как топливо, разведанных запасов остается все меньше. Излишний оптимизм физиков нам всем еще дорого обойдется.

Среди производственных рисков есть и социальные, связанные с теми или иными конфликтами. Здесь надо выделить конфликты между службами (отделами, цехами), с которыми можно бороться, оптимизируя организационную структуру предприятия. Далее — различного происхождения конфликты между менеджерами высшего звена; конфликты между профсоюзами и администрацией по поводу заработной платы или условий труда и др. Современные методы управления персоналом позволяют заранее спрогнозировать многие из таких конфликтов и предложить пути их разрешения.

**Коммерческие риски.** Речь идет о рисках, связанных с неопределенностью будущей рыночной ситуации в стране, в частности о будущих действиях поставщиков в связи с меняющимися предпочтениями потребителей. Напомним, например, о быстрых изменениях на рынке вычислительной техники в связи с появлением персональных компьютеров. Мода в той или иной степени отражается на поведении потребителей во многих областях.

Весьма существенны риски, связанные с деятельностью партнеров организации — участников экономической жизни, в частности с их деловой активностью, финансовым положением, отношением к соблюдению обязательств (в том числе их законопослушностью как налогоплательщиков). Особенно надо отметить роль конкурентного окружения, от действий которого зависит многое в судьбе конкретного предприятия. В частности, важны информационные риски, связанные с промышленным шпионажем и возможностями проникновения конкурентов в коммерческие тайны и иного воздействия на внутренние дела организации, в частности через компьютерные сети типа Интернет.

К этому же типу можно отнести риски, связанные с социальными и административными факторами в конкретных регионах, с взаимоотношениями рассматриваемой организации с органами местной и региональной власти, как официальными, так и криминальными.

**Финансовые риски.** Отметим прежде всего риски, связанные с колебаниями цен на товары и услуги (динамикой инфляции), ставки рефинансирования Центрального банка, норм банковских процентов по кредитам и депозитам, валютных курсов и других макроэкономических показателей, в том числе котировок государственных и частных (корпоративных) ценных бумаг. Часть этих рисков носит объективный, а часть — число спекулятивный характер. К этому же типу можно отнести риски, связанные с нестабильностью законодательства и текущей экономической политики (т.е. с деятельностью руководства страны, министерств и ведомств). Дополнительные проблемы создает множественность нормативно-правовых актов, регулирующих хозяйственно-экономическую деятельность организации (порядка  $10^4$ , если считать не только федеральные нормативно-правовые акты, но и нормативно-правовые акты субъектов федерации, например г. Москвы), зачастую противоречащих друг другу, что вызывает необходимость в участии в работе организации юристов, в том числе в судебных процессах.

**Риски, возникающие на уровне государства и Земли в целом.** К этому типу отнесем риски, связанные с политической ситуацией, действиями партий, профсоюзов, экологических и других организаций в масштабе страны. Типичным примером являются риски, связанные с заметным изменением курса страны в результате тех или иных выборов. Другой пример — российский «дефолт» (отказ государства от ряда финансовых обязательств), начавшийся в августе 1998 г. и непосредственно вызванный решением трех чиновников. Большое значение имеют риски, связанные с социальной борьбой («рельсовая война», забастовки, массовые столкновения, терроризм и др.).

Внешнеэкономические риски, например, связанные с динамикой цены на нефть, крупномасштабными зарубежными финансовыми (в Юго-Восточной Азии) или военными (Югославия, Ирак, Украина) кризисами и т.д., могут оказать существенное воздействие на рассматриваемую организацию (предприятие).

Большое число рисков связано с природными явлениями. Их можно объединить под именем «экологические». К ним относятся, в частности, риски, связанные с неопределенностью ряда природных явлений. Типичным примером является погода, от которой зависят урожайность (а потому и цены на сельскохозяйственные товары), расходы на отопление и уборку улиц, доходы от туризма и др.

Обратим внимание на **риски, связанные с недостаточными знаниями о природе** (например, нам неизвестен точный объем полезных ископаемых в том или ином месторождении, а потому мы не можем точно предсказать развитие добывающей промышленности и объем налоговых поступлений от ее предприятий). Нельзя забывать о рисках экологических бедствий и катастроф типа ураганов, смерчей, землетрясений, цунами, селей и др.

Каждый из перечисленных видов рисков может быть структурирован далее. Так, имеются крупные развернутые разработки по анализу рисков технологических аварий, в частности на химических производствах и на атомных электростанциях [20]. Ясно, что аварии типа Чернобыльской существенно влияют на значения СТЭП-факторов (принятое сокращение для комплекса социальных, технологических, экономических, экологических и политических факторов, действующих на организацию) и тем самым на поступления и выплаты из бюджета как на местном, так и на федеральном уровне (что существенно, если «организация» — это муниципальный или государственный орган власти или его подразделение типа налоговой инспекции).

### 2.4.3. Управление рисками

**Подходы к учету неопределенности при описании рисков.** В теории принятия решений в настоящее время при компьютерном и математическом моделировании для описания неопределенностей чаще всего используют вероятностно-статистические методы (прежде всего методы статистики нечисловых данных, в том числе интервальной статистики и интервальной математики). Полезны методы теории нечеткости и методы теории конфликтов (тео-

рии игр). Математический инструментарий применяется в имитационных, эконометрических, экономико-математических моделях, реализованных обычно в виде программных продуктов.

Некоторые виды неопределенностей связаны с безразличными к организации силами — природными (погодные условия) или общественными (смена правительства). Если явление достаточно часто повторяется, то его естественно описывать в вероятностных терминах. Так, прогноз урожайности зерновых вполне естественно вести в вероятностных терминах. Если же событие единично, то вероятностное описание вызывает внутренний протест, поскольку частотная интерпретация вероятности невозможна. Так, для описания неопределенности, связанной с исходами выборов или со сменой правительства, лучше использовать методы теории нечеткости и интервальной математики (интервал — удобный частный случай описания нечеткого множества). Наконец, если неопределенность связана с активными действиями соперников или партнеров, целесообразно применять методы анализа конфликтных ситуаций, т.е. методы теории игр, прежде всего антагонистических игр, но иногда полезны и более новые методы кооперативных игр, нацеленных на получение устойчивого компромисса.

**Подходы к оцениванию рисков.** Понятие «риск», как уже отмечалось, многогранно. Например, при использовании статистических методов управления качеством продукции риски (точнее, оценки рисков) — это вероятности некоторых событий. В статистическом приемочном контроле «риск поставщика» — это вероятность забракования партии продукции хорошего качества, а «риск потребителя» — приемки «плохой» партии. При статистическом регулировании технологических процессов рассматривают риск незамеченной разладки и риск излишней наладки.

Тогда **оценка риска** — это оценка вероятности, точечная или интервальная, по статистическим данным или экспертная. В таком случае для управления риском задают ограничения на вероятности нежелательных событий.

Иногда под уменьшением риска понимают уменьшение дисперсии случайной величины, поскольку при этом уменьшается неопределенность. В теории принятия решений риск — это плата за принятие решения, отличного от оптимального, он обычно выражается как математическое ожидание. В экономике плата измеряется обычно в денежных единицах, т.е. в виде финансового потока (потока платежей и поступлений) в условиях неопределенности.

Методы математического моделирования позволяют предложить и изучить разнообразные методы оценки риска. Широко применяются два вида методов — статистические, основанные на использовании эмпирических данных, и экспертные, опирающиеся на мнения и интуицию специалистов.

Чтобы продемонстрировать сложность проблемы оценивания риска и различные существующие подходы, рассмотрим простейший случай. Пусть неопределенность носит вероятностный характер, а потери описываются одномерной случайной величиной (а не случайным вектором и не случайным процессом). Другими словами, ущерб адекватно описывается одним числом, а величина этого числа зависит от случая.

Итак, пусть величина порожденного риском ущерба моделируется случайной величиной  $X$  (в смысле теории вероятностей). Как известно, случайная величина описывается функцией распределения:

$$F(x) = P(X < x),$$

где  $x$  — действительное число (т.е., как говорят и пишут математики, любой элемент действительной прямой, традиционно обозначаемой  $R^1$ ). Поскольку  $X$  обычно интерпретируется как величина ущерба, то  $X$  — неотрицательная случайная величина.

В зависимости от предположений о свойствах функции распределения  $F(x)$  вероятностные **модели риска делятся на параметрические и непараметрические**. В первом случае предполагается, что функция распределения входит в одно из известных семейств распределений — нормальных (т.е. гауссовских), экспоненциальных или иных. Однако обычно подобное предположение является малообоснованным — реальные данные не хотят «втискиваться» в заранее заданное семейство. Тогда необходимо применять **непараметрические** статистические методы, не предполагающие, что распределение ущерба взято из того или иного популярного среди математиков семейства. При использовании **непараметрических статистических методов** обычно принимают лишь, что функция распределения  $F(x)$  является непрерывной функцией числового аргумента  $x$ .

Обсудим два распространенных заблуждения. Во-первых, часто говорят, что поскольку величина ущерба зависит от многих причин, то она должна иметь так называемое **нормальное распределение**. Это неверно. Все зависит от способа взаимодействия причин. Если причины действуют аддитивно, то, действительно, в силу центральной предельной теоремы теории вероятностей есть основания использовать **нормальное (гауссово) распределение**. Если же причины действуют мультипликативно, то в силу той же центральной предельной теоремы теории вероятностей следует приближать распределение величины ущерба  $X$  с помощью **логарифмически нормального распределения**. Если же основное влияние оказывает «слабое звено» (где тонко, там и рвется),

то согласно теоремам, доказанным академиком Б.В. Гнеденко, следует приближать распределение величины ущерба  $X$  с помощью распределения из семейства Вейбулла — Гнеденко. К сожалению, в конкретных практических случаях различить эти варианты обычно не удается.

Во-вторых, неверно традиционное представление о том, что **реальные погрешности измерения нормально распределены**. Проведенный многими специалистами тщательный анализ погрешностей реальных наблюдений показал, что их распределение в подавляющем большинстве случаев *отличается* от гауссова. Сводка этих исследований приведена в работах [10, 25]. Среди специалистов распространено такое шуточное утверждение: «Прикладники обычно думают, что математики доказали, что погрешности распределены нормально, а математики считают, что прикладники установили это экспериментально». И те и другие ошибаются. К сожалению, в настоящее время в экологической и экономической литературе имеется масса ошибочных утверждений. Существенная часть ошибок относится к использованию математических методов. Особенно это касается статистики и эконометрики. Причины появления ошибок разнообразны. Некоторые из них подробно обсуждаются в учебном пособии [10] и статье [26].

Итак, рассмотрим ситуацию, когда возможная величина ущерба, связанного с риском, описывается функцией распределения  $F(x)=P(X<x)$ . Обычно стараются перейти от функции, описываемой (с точки зрения математики) бесконечно большим числом параметров, к небольшому числу числовых параметров, лучше всего к одному. Для положительной случайной величины (величины ущерба) часто рассматривают такие ее **характеристики**, как:

- математическое ожидание;
- медиана и, более общо, квантили, т.е. значения  $x = x(a)$ , при которых функция распределения достигает определенного значения  $a$ ; другими словами, значение квантили  $x = x(a)$  находится из уравнения  $F(x) = a$ ;
- дисперсия (часто обозначаемая как  $\sigma^2$  — «сигма-квадрат»);
- среднее квадратическое отклонение (квадратный корень из дисперсии, т.е.  $\sigma$  — «сигма»);
- коэффициент вариации (среднее квадратическое отклонение, деленное на математическое ожидание);
- линейная комбинация математического ожидания и среднего квадратического отклонения (например, типично желание считать, что возможные значения ущерба расположены в таком интервале: математическое ожидание плюс-минус три сигма);
- математическое ожидание функции потерь и т.д.



Этот перечень, очевидно, может быть продолжен.

Тогда задача оценки ущерба может пониматься как задача оценки той или иной из перечисленных характеристик. Чаще всего оценку проводят по эмпирическим данным (по выборке величин ущербов, соответствующих происшедшим ранее аналогичным случаям). При отсутствии эмпирического материала остается опираться на экспертные оценки, которым посвящена значительная часть следующей главы. Наиболее обоснованным является **модельно-расчетный метод**, опирающийся на модели управленческой, экономической, социально-психологической, эколого-экономической ситуации, позволяющие рассчитать характеристики ущерба.

Подчеркнем здесь, что характеристик случайного ущерба имеется много. Выше перечислено 7 видов, причем некоторые из них — второй, шестой и седьмой — содержат бесконечно много конкретных характеристик. Нельзя ограничиваться только средним ущербом, под которым обычно понимают математическое ожидание, хотя медиана ущерба не меньше соответствует этому термину. Весьма важны верхние границы для ущерба, т.е. квантили порядка  $a$ , где  $a$  близко к 1, например  $a = 0,999999$ . При этом с вероятностью, не превосходящей  $0,000001$ , реальный ущерб будет меньше  $x(0,999999)$ . Сложные проблемы состоят в обоснованном вычислении границы  $x(0,999999)$ , их мы не будем здесь касаться.

**Что это такое — минимизация риска?** Из предыдущих рассуждений следует, что минимизация риска может, например, состоять:

- 1) в минимизации математического ожидания (ожидаемых потерь);
- 2) в минимизации квантиля распределения (например, медианы функции распределения потерь или квантиля порядка  $0,99$ , выше которого располагаются большие потери, встречающиеся крайне редко — в 1 случае из 100);
- 3) в минимизации дисперсии (т.е. показателя разброса возможных значений потерь);
- 4) в минимизации суммы математического ожидания и утроенного среднего квадратического отклонения (на основе известного «правила трех сигм») или иной линейной комбинации математического ожидания и среднего квадратического отклонения. Этот подход используют в случае близости распределения потерь к нормальному как комбинацию подходов, нацеленных на минимизацию средних потерь и разброса возможных значений потерь;
- 5) в максимизации математического ожидания функции полезности (в случае, когда полезность денежной единицы меняется в зависимости от общей располагаемой суммы, как предполагается в микроэкономике [27], в частности, когда необходимо исключить возможность разорения экономического агента) и т.д.

Перечень может быть продолжен. Например, не использована такая характеристика случайного ущерба, как коэффициент вариации. Однако целью изложения не является построение всеобъемлющей системы постановок задач минимизации риска, поэтому ограничимся сказанным.

**Обсудим пять перечисленных постановок.** Первая из них — минимизация средних потерь — представляется вполне естественной, если все возможные потери малы по сравнению с ресурсами предприятия. В противном случае первый подход неразумен. Рассмотрим условный пример. У человека имеется 10 000 руб. Ему предлагается подбросить монету. Если выпадает «орел», то он получает 50 000 руб. Если же выпадает «цифра», он должен уплатить 20 000 руб. Стоит ли данному человеку участвовать в описанном пари? Если подсчитать математическое ожидание дохода, то, поскольку каждая сторона монеты имеет одну и ту же вероятность выпадать, равную 0,5, оно равно  $50\,000 \times 0,5 + (-20\,000) \times 0,5 = 15\,000$ . Казалось бы, пари весьма выгодно. Однако большинство людей на него не пойдет, поскольку с вероятностью 0,5 они лишатся всего своего достояния и останутся должны 10 000 руб., другими словами, разорятся. Здесь проявляется психологическая оценка ценности рубля, зависящая от общей имеющейся суммы, — 10 000 руб. для человека с обычным доходом значат гораздо больше, чем те же 10 000 руб. для миллиардера.

*Второй подход* нацелен как раз на минимизацию больших потерь, на защиту от разорения. Другое его применение — исключение катастрофических аварий, например типа Чернобыльской. При втором подходе средние потери могут увеличиться (по сравнению с первым), зато максимальные будут контролироваться.

*Третий подход* нацелен на минимизацию разброса окончательных результатов. Средние потери при этом могут быть выше, чем при первом, но того, кто принимает решение, это не волнует — ему нужна максимальная определенность будущего, пусть даже ценой повышенных затрат.

*Четвертый подход* сочетает в себе первый и третий, хотя и довольно примитивным образом. Проблема ведь в том, что задача управления риском в рассматриваемом случае — это по крайней мере двухкритериальная задача. Желательно средние потери снизить (другими словами, математическое ожидание доходов повысить) и одновременно уменьшить показатель неопределенности — дисперсию. Хорошо известны проблемы, возникающие при многокритериальной оптимизации (см. гл. 1.3).

Наиболее продвинутый подход — *пятый*. Но для его применения необходимо построить функцию полезности. Это большая самостоятельная задача. Обычно ее решают с помощью специально организованного эконометрического исследования.

Если неопределенность носит интервальный характер, т.е. описывается интервалами, то естественно применить методы статистики интервальных данных (как части интервальной математики), рассчитать минимальные и максимальные возможные доходы и потери и т.д.

Разработаны различные способы уменьшения экономических рисков, связанные с выбором стратегий поведения, в частности диверсификацией, страхованием и др. Причем эти подходы относятся не только к отдельным организациям. Так, применительно к системам налогообложения диверсификация означает использование не одного, а системы налогов, чтобы нейтрализовать действия налогоплательщиков, нацеленные на уменьшение своих налоговых платежей. Однако динамика реальных экономических систем такова, что любые формальные модели дают в лучшем случае только качественную картину. Например, не существует математических моделей, позволяющих достаточно точно спрогнозировать инфляцию вообще и даже реакцию экономики на однократное решение типа либерализации цен.

**Необходимость применения экспертных оценок при оценке и управлении рисками.** Из сказанного выше вытекает, что разнообразные формальные методы оценки рисков и управления ими во многих случаях (реально во всех нетривиальных ситуациях) не могут дать однозначных рекомендаций. В конце процесса принятия решения — всегда человек, менеджер, на котором лежит ответственность за принятое решение. В связи с этим процедуры экспертного оценивания естественно применять на всех этапах анализа рисков рассматриваемого организацией проекта. При этом нецелесообразно полностью отказываться от использования формально-экономических методов, например, основанных на вычислении чистых текущих потерь и других характеристик. Использование соответствующих программных продуктов полезно для принятия обоснованных решений. Однако на основные вопросы типа: достаточно ли высоки доходы, чтобы оправдать риск, или что лучше — быстро, но мало или долго, но много — ответить могут только менеджеры с помощью экспертов. В связи с этим система поддержки принятия решений в организации должна сочетать формально-экономические и экспертные процедуры.

Разработка системы поддержки принятия решений, нацеленной на оценивание рисков и управление ими, — не простое дело. Укажем несколько

проблем, связанных с подобной работой. Совершенно ясно, что система должна быть насыщена конкретными численными данными об экономическом состоянии региона, страны, возможно, и мира в целом. Добыть такие данные нелегко, в частности потому, что сводки Российского статистического агентства (ранее — Госкомстата РФ) искажены (подробнее о состоянии теории и практики статистики в России см. гл. 1 в учебном пособии [11] и ст. [26]). В частности, Институт высоких статистических технологий и эконометрики занялся изучением инфляции именно потому, что наши данные по этому показателю превышали данные Госкомстата РФ примерно в 2 раза (см. гл. 7 в [11]). Зарубежные источники также содержат неточности. Так, при составлении балансовых соотношений для макроэкономических показателей по данным [28] выяснилось (см. [10]), что государство должно иметь дополнительный источник доходов в несколько сотен миллиардов долларов, а доходы бизнеса имеют излишек в 30 млрд долл. Другими словами, популярное учебное пособие [28] содержит данные, не согласующиеся друг с другом.

**Подходы к управлению рисками.** При оценке, анализе и управлении рисками могут оказаться полезными известные публикации по методам учета финансового риска [29–33]. При использовании широкого арсенала статистических методов необходимо учитывать особенности их развития в России и СССР, наложившие свой отпечаток на современное состояние в области кадров и литературных источников.

Чтобы управлять, надо знать цель управления и иметь возможность влиять на те характеристики риска, которые определяют степень достижения цели.

Обычно можно выделить множество допустимых управляющих воздействий, описываемое с помощью соответствующего множества параметров управления. Тогда указанная выше возможность влиять на те характеристики риска, которые определяют степень достижения цели, формализуется как выбор значения управляющего параметра. При этом управляющий параметр может быть числом, вектором, элементом конечного множества или иметь более сложную математическую природу.

**Основная проблема** — корректная формулировка цели управления рисками. Поскольку существует целый спектр различных характеристик риска (например, если потери от риска моделируются случайной величиной), то оптимизация управления риском сводится к решению задачи многокритериальной оптимизации. Например, естественной является задача одновременной минимизации среднего ущерба (математического ожидания ущерба) и разброса ущерба (дисперсии ущерба). Однако невозможно минимизировать по

двум критериям сразу. Приходится один из критериев преобразовывать в ограничение, а по второму — минимизировать или строить единый критерий, объединяющий два исходных.

**Страхование и диверсификация** — распространенные методы уменьшения неопределенности, присущей рискам, за счет повышения среднего уровня затрат. Выплата страховых взносов повышает затраты, но уменьшает неопределенность будущего. Если страховая компания полностью возмещает ущерб при осуществлении страхового случая, то неопределенность будущего полностью исчезает. При диверсификации хозяйственной деятельности упущенная выгода возникает из-за того, что средства вкладываются не только в самый выгодный (и самый рисковый) проект, но и в другие проекты. Если же нежелательные возможности осуществляются, «самый выгодный» проект приносит убытки, то другие проекты позволяют организации «остаться на плаву».

Как известно, для любой многокритериальной задачи целесообразно рассмотреть множество решений (т.е. значений параметра управления), оптимальных по Парето. Эти решения оптимальны в том смысле, что не существует возможных решений, которые превосходили бы Парето-оптимальные решения одновременно по всем критериям. Точнее, превосходили бы хотя бы по одному критерию, а по остальным были бы столь же хорошими. Теория Парето-оптимальных решений хорошо развита (см., например, монографию [34]).

Ясно, что для практической реализации надо выбрать одно из Парето-оптимальных решений. Как выбрать? Разработан целый спектр подходов, из которых выбор может быть сделан только субъективным образом. Таким образом, снова возникает необходимость применения методов экспертных оценок.

Эксперты могут выбирать непосредственно из множества Парето-оптимальных решений, если оно состоит лишь из нескольких элементов. Или же они могут выбирать ту или иную процедуру сведения многокритериальной задачи к однокритериальной (см. также гл. 1.3). **Один из подходов** — выбрать так называемый «главный критерий», по которому проводить оптимизацию, превратив остальные критерии в ограничения. Например, минимизировать средний ущерб, потребовав, чтобы дисперсия ущерба не превосходила заданной величины.

Иногда задача многокритериальной оптимизации допускает декомпозицию. Найдя оптимальное значение для главного критерия, можно рассмотреть область возможных значений для остальных критериев, выбрать из них второй по важности и оптимизировать по нему, и т.д.

Что же делают эксперты? Они выбирают главный критерий (или упорядочивают критерии по степени важности), задают численные значения ограничений, иногда точность или время вычислений.

**Второй основной подход** — это свертка многих критериев в один интегральный и переход к оптимизации по одному критерию. Например, рассматривают линейную комбинацию критериев. Строго говоря, метод «главного критерия» — один из вариантов свертки. При этом вес главного критерия равен 1, а веса остальных — 0. Построение свертки, в частности задание весов, целесообразно осуществлять экспертными методами.

Используют также методы, основанные на соображениях устойчивости (наиболее общий подход к изучению устойчивости разработан в монографии [35]). При этом рассматривают область значений управляющих параметров, в которых значение оптимизируемого одномерного критерия (главного параметра или свертки) отличается от оптимального не более чем на некоторую заданную малую величину. Такая область может быть достаточно обширной. Например, если в линейном программировании (см. гл. 3.2) одна из граней многогранника, выделенного ограничениями, почти параллельна плоскости равных значений оптимизируемого критерия, то вся эта грань войдет в рассматриваемую область. В выделенной области можно провести оптимизацию другого параметра и т.д. При таком подходе эксперты выбирают допустимое отклонение для основного критерия, выделяют второй критерий, задают ограничения и т.д.

Отметим, что рассмотренные выше вероятностно-статистические подходы к оцениванию рисков предполагают использование в качестве критериев таких характеристик случайной величины, как математическое ожидание, медиана, квантили, дисперсия и др. Эти характеристики определяются функцией распределения случайного ущерба, соответствующего рассматриваемому риску. При практическом использовании этого подхода перечисленные характеристики оцениваются по статистическим данным. Они оцениваются по выборке, состоящей из наблюдаемых величин ущерба. При этом необходимо вычислять доверительные интервалы, содержащие оцениваемые теоретические характеристики с заданной доверительной вероятностью [11, 25]. Таким образом, критерий, на использовании которого основана оптимизация, всегда определен лишь с некоторой точностью, а именно лишь с точностью до полудлины доверительного интервала. Таким образом, мы приходим к постановке, рассмотренной в предыдущем абзаце.

Необходимо обратить внимание на существенное изменение ситуации в области вычислительной оптимизации за последние 60 лет. Если в 1960-е гг. из-за маломощности тогдашних компьютеров большое значение имела разработка быстрых методов счета, то в настоящее время внимание переносится на постановки задач и интерпретацию результатов. Это объясняется не только наличием различных программных продуктов по оптимизации, но и тем, что почти любую практическую задачу оптимизации можно решить простейшими методами типа переборных (перебирая возможные значения управляющих параметров с маленьким шагом) либо методом случайного поиска, поскольку быстроедействие современных компьютеров позволяет это сделать [11, 25].

В риск-менеджменте (т.е. управлении рисками) компании целесообразно выделить оперативное управление рисками и стратегическое управление рисками. Первый вид деятельности — постоянно проводящаяся работа, связанная с обеспечением качества продукции, плановым снижением экологических рисков [37], работой с покупателями, поставщиками, персоналом, связанная с повышением лояльности и т.д.

**Стратегический риск-менеджмент** — составная часть стратегического планирования и управления. Надо оценивать риски высокого уровня, например прогнозировать наличие в продаже и цену тех или иных товаров через 10–20 лет, в частности нефти и «больших» компьютеров. Большое значение на этом уровне имеют теория прогнозирования и экспертные оценки.

Теория риска как научная, практическая и учебная дисциплина бурно развивается. Общей теории риска посвящены работы [38, 39]. Она тесно связана с контроллингом (см. гл. 3.6). Это направление работ отражено в статьях [40–42]. При решении прикладных задач полезна аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков, о которой шла речь в разд. 2.2.3. В современном ее виде исходными данными являются нечеткие и интервальные числа [43]. Укажем еще несколько работ. Использование экспертных ранжировок оказалось полезным при расчетах кредитных рисков в банках [44, 45]. Разработаны методы прогнозирования цены на лом черных металлов [46] и объемов продаж на предприятиях оптовой торговли [47]. Антоним к термину «риск» — термин «безопасность», поэтому к риск-менеджменту следует отнести и работы по моделированию и прогнозированию государственной и общественной безопасности [48].

### Список использованной литературы

1. *Бестужев-Лада И.В.* Окно в будущее: современные проблемы социального прогнозирования. — Москва : Мысль, 1970. — 269 с.
2. *Гаврилец Ю.Н.* Социально-экономическое планирование: системы и модели. — Москва : Экономика, 1974. — 174 с.
3. *Загоруйко Н.Г.* Эмпирическое предсказание. — Новосибирск : Наука, 1979. — 124 с.
4. *Нейлор Т.* Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. — Москва : Мир, 1975. — 500 с.
5. *Сидельников Ю.В.* Теория и организация экспертного прогнозирования. — Москва : ИМЭМО АН СССР, 1990. — 196 с.
6. *Тейл Г.* Эконометрические прогнозы и принятие решений. — Москва : Статистика, 1971. — 488 с.
7. *Френкель А.А.* Математические методы анализа динамики и прогнозирования производительности труда. — Москва : Экономика, 1972. — 190 с.
8. *Четыркин Е.М.* Статистические методы прогнозирования. — Москва : Статистика, 1977. — 184 с.
9. *Янч Э.* Прогнозирование научно-технического прогресса. — Москва : Прогресс, 1990. — 568 с.
10. *Орлов А.И.* Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 843 с.
11. *Орлов А.И.* Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.
12. *Орлов А.И.* Искусственный интеллект: нечисловая статистика : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 446 с.
13. *Орлов А.И.* Задачи оптимизации и нечеткие переменные. — Москва : Знание, 1980. — 64 с.
14. *Орлов А.И.* Искусственный интеллект: экспертные оценки : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 436 с.
15. *Орлов А.И.* Статистические методы прогнозирования // Малая российская энциклопедия прогностики. — Москва : ИНЭС, 2007. — С. 148–153.
16. *Лындина М.И., Орлов А.И.* Методы прогнозирования для ракетно-космической промышленности // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — № 103. — С. 196–221.
17. *Лындина М.И., Орлов А.И.* Математическая теория рейтингов // Научный журнал КубГАУ. — 2015. — № 114. — С. 1–26.



18. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Определение приоритетности реализации НИОКР на предприятиях ракетно-космической отрасли // Контроллинг. — 2020. — № 2 (76). — С. 58–65.
19. Орлов А.И. Сценарии социально-экономического развития России до 2007 г. // Обозреватель — Observer. — 1999. — № 10 (117). — С. 47–50.
20. Горский В.Г., Моткин Г.А., Швецова-Шиловская Т.Н. и др. Научно-методические аспекты анализа аварийного риска. — Москва : Экономика и информатика, 2002. — 260 с.
21. Орлов А.И. Глобальный прогноз на основе неформальной информационной экономики будущего // Материалы II Международного научного конгресса «Глобалистика-2011: пути к стратегической стабильности и проблема глобального управления», Москва, 18–22 мая / под общей редакцией И.И. Абылгазиева, И.В. Ильина. В 2 томах. Т. 2. — Москва : МАКС-Пресс, 2011. — С. 226–227.
22. Орлов А.И. Многообразие рисков // Научный журнал КубГАУ. — 2015. — № 111. — С. 85–112.
23. Бутов А.А., Волков М.А., Макаров В.П. и др. Автоматизированная система прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2012. — № 4 (2). — С. 380–385.
24. Бутов А.А., Шаров В.Д., Макаров В.П. и др. Прогнозирование и предотвращение авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева. — 2012. — № 5 (36). — С. 315–319.
25. Орлов А.И. Прикладной статистический анализ : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 812 с.
26. Орлов А.И. О перестройке статистической науки и ее применений // Вестник статистики. — 1990. — № 1. — С. 65–71.
27. Пиндайк Р., Рубинфельд Д. Микроэкономика. — Москва : «Экономика» — «Дело», 1992. — 510 с.
28. Макконнелл К.Р., Брю С.Л. Экономикс: принципы, проблемы и политика : в 2 томах / перевод с английского 11-го изд. — Москва : Республика, 1992. — 974 с.
29. Балабанов И.Т. Риск-менеджмент. — Москва : Финансы и статистика, 1996. — 192 с.
30. Гвозденко А.А. Основы страхования. — Москва : Финансы и статистика, 1998. — 304 с.

31. *Первозванский А.А., Первозванская А.Н.* Финансовый рынок: расчет и риск. — Москва : Инфра-М, 1994. — 191 с.
32. *Чернов В.А.* Анализ коммерческого риска. — Москва : Финансы и статистика, 1998. — 128 с.
33. *Четыркин Е.М.* Методы экономических расчетов. — Москва : Гамма, 1992. — 319 с.
34. *Подиновский В.В.* Многокритериальные задачи принятия решений: теория и методы анализа : учебник для вузов. — Москва : Юрайт, 2022. — 486 с.
35. *Орлов А.И.* Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.
36. *Орлов А.И.* Прогноз развития информационно-коммуникационных технологий // Научный журнал КубГАУ. — 2016. — № 116. — С. 435–461.
37. *Орлов А.И., Федосеев В.Н.* Менеджмент в техносфере. — Москва : Академия, 2003. — 384 с.
38. *Орлов А.И., Пугач О.В.* Подходы к общей теории риска // Управление большими системами. — Вып. 40. — Москва : ИПУ РАН, 2012. — С. 49–82.
39. *Орлов А.И.* Математические методы исследования рисков (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. — 2021. — № 11. — С. 70–80.
40. *Орлов А.И.* Современное состояние контроллинга рисков // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — № 98. — С. 32–64.
41. *Орлов А.И.* Инструменты контроллинга рисков // Контроллинг. — 2020. — № 78. — С. 56–62.
42. *Орлов А.И.* Контроллинг рисков как научная, практическая и учебная дисциплина // Научный журнал КубГАУ. — 2021. — № 168. — С. 154–185.
43. *Орлов А.И.* Обобщенная аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков на основе нечетких и интервальных исходных данных // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. — 2023. — № 1. — С. 74–84.
44. *Жуков М.С., Орлов А.И.* Использование экспертных ранжировок при расчетах кредитного риска в банке // Инновации в менеджменте. — 2017. — № 1 (11). — С. 18–25.
45. *Жуков М.С., Орлов А.И., Фалько С.Г.* Экспертные оценки в рисках // Контроллинг. — 2017. — № 4 (66). — С. 24–27.
46. *Новиков Д.А., Орлов А.И., Баландина Т.А.* Прикладные математические модели и методы: задача прогнозирования цены на лом черных металлов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. — 2011. — № 4. — С. 3.

47. Емельянова Е.А., Орлов А.И. Методы прогнозирования продаж на предприятиях оптовой торговли // Контроллинг. — 2018. — № 1 (67). — С. 68–76.

48. Шумов В.В. Государственная и общественная безопасность: моделирование и прогнозирование. — Москва : ЛЕНАНД, 2016. — 144 с.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие методы прогнозирования Вы знаете?
2. Как соотносятся риск и неопределенность?
3. Рассмотрите различные виды рисков, которые следует учитывать при работе предприятия.
4. Чем объясняется многообразие характеристик риска?
5. Как обычно решают многокритериальные задачи управления риском?

### **Темы докладов и рефератов**

1. Прогнозирование, планирование и теория риска.
2. Оптимальность по Парето и методы решения многокритериальных задач управления рисками.
3. Использование в теории риска интервального описания неопределенности.
4. Использование в теории риска нечеткого описания неопределенности.
5. Формирование оптимального пакета ценных бумаг с учетом финансовых рисков.

## **2.5. СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

В главе обсуждаются современные представления о социально-экологических аспектах управления в современных условиях. Продемонстрировано, что экономика — служанка общества. Статистические данные говорят о том, что во всех без исключения экономически развитых странах за XX в. в 3–5 раз выросла роль государства в экономике. Обсуждается влияние современной экологической ситуации на экономику и управление. В частности, предсказываются конец частного предпринимательства в классическом его понимании и то, что символом XXI в. будет эколог с автоматом. Рассмотрены социально-

экологические аспекты управления в масштабах государства и при управлении персоналом предприятия. Обсуждение российских проблем начинается с анализа динамики основных экономических показателей России (по официальным данным Госкомстата и Центрального банка РФ). Вслед за динамикой экологической ситуации рассмотрены коэффициенты суммарной рождаемости в России. Система сценариев демографических прогнозов на период до 2050 г. показывает неизбежность значительного сокращения населения России. Приведены основные положения Федерального закона «Об охране окружающей среды» (2002). Описаны два основных сценария разрешения социально-экологических противоречий в России.

### **2.5.1. Экономика — служанка общества**

Господствующие в обществе социальные установки оказывают решающее влияние на его экономику и системы управления. Один из наиболее ярких примеров — социально-экономическая история нашей страны с 1987 г. Тщательный анализ показывает, что советская экономическая система вполне могла развиваться, обеспечивая 4–5 % ежегодного роста валового внутреннего продукта [2]. Недостатки прежней системы хозяйствования хорошо известны [1], поэтому переход к реформам был естественным. Однако дальнейшие социально-политические события привели примерно к двукратному уменьшению основных макроэкономических показателей.

Различие двух обществ влечет различие их экономик. Принципиальное отличие внутреннего устройства российского общества от американского вытекает из их исторического пути. Американцы — потомки преступников и извергов (т.е. лиц, извергнутых из прежних сообществ). Метафорически их можно описать как набор независимо движущихся атомов. Русский крестьянин жил в общине, метафорическое описание российского общества — «семья». В связи с этим в России на руководителей (от царя либо президента до директора организации) традиционно возлагают больше ожиданий, чем в США. В России работник ощущает себя членом коллектива, есть стремление решать спорные вопросы с помощью начальства, а не в суде, «стукачество» не поощряется, в отличие от США, где оно является одобряемой обществом нормой поведения, и т.д. Поэтому российские традиции управления персоналом и ведения бизнеса весьма отличаются от американских [2, 3].

Экономическая динамика зависит также от религии. «Протестантская этика», по мнению известного социолога начала XX в. М. Вебера, сыграла

ведущую роль в развитии капитализма. Дело в том, что для протестантов деловой успех означал благоволение со стороны Бога. Наоборот, неудача в делах означала недовольство Бога. Такой взгляд, конечно, противоречил принятому большинством христиан (православными и католиками) Новому Завету, в котором сказано: «Легче верблюду пройти сквозь игольное ушко, чем богатому попасть в Царствие Небесное».

Имеют свои особенности экономика и менеджмент в странах ислама (запрет на дачу денег в рост) и в Японии (традиции пожизненного найма).

В течение XX в. во всех экономически развитых странах общество возлагает на экономику все больше обязанностей. Речь идет о социальных гарантиях — пенсиях, пособиях малоимущим, безработным, всеобщем бесплатном образовании, медицинском обслуживании и т.д. Кроме того, в XX в. резко возросли расходы на оборону, обеспечение безопасности. В европейских странах государству принадлежит значительная часть предприятий. В результате во всех без исключения экономически развитых странах значительно выросла роль государства в экономике. В табл. 2.8 (данные Всемирного банка) показана динамика роли государства в рыночной экономике XX в. [3].

Таблица 2.8

**Государственные расходы (расходная часть бюджета)  
в процентах от валового внутреннего продукта**

№ п/п	Страна	1870 г.	1913 г.	1960 г.	1998 г.
1.	Швеция	5,7	10,4	31,1	58,5
2.	Франция	12,6	17,0	34,6	54,3
3.	Бельгия	—	13,6	30,3	49,4
4.	Италия	11,9	11,1	30,1	49,1
5.	Нидерланды	9,1	9,0	33,7	47,2
6.	Германия	—	14,8	32,4	46,9
7.	Норвегия	5,9	9,3	29,9	46,9
8.	Великобритания	—	12,7	32,2	40,2
9.	Япония	—	8,3	17,5	36,9
10.	Австралия	18,3	16,5	21,2	32,9
11.	США	7,3	7,5	27,0	32,8
12.	Среднее по 11 странам	10,1*	11,8	29,1	45,0
13.	Россия	—	11,5	65,0	11,0

*Примечание.* \* За 1870 г. — среднее по 7 странам.

Для России динамика расходной части бюджета в процентах от ВВП резко отличается от аналогичной динамики для остальных стран. В 1913 г. Россия по этому показателю была в центре всех остальных стран. В период СССР (1960 г.) она заметно (более чем в 2 раза) опережала другие страны. Зато в 1998 г. она вернулась на уровень 1913 г., отставая примерно в 3 раза от США и в 5 раз от Франции. Движение наперекор общемировой тенденции — результат политических решений, а не экономической необходимости.

Приведенные факты свидетельствуют о том, что экономическая активность направляется обществом, обычно через органы государственной власти, короче, экономика — служанка общества.

### **2.5.2. Влияние современной экологической ситуации на экономику и управление**

Еще сто-двести лет назад люди и природа жили в традиционном единстве. Подавляющее большинство населения работало на земле, жило в небольших поселениях, питалось естественными продуктами (как сейчас говорят, «экологически чистыми»).

А сейчас? Планету покрыли мегаполисы с населением от миллиона жителей и выше. А точнее — город переходит в город, от Питера до Москвы и дальше. Горожане ходят не по земле, а по асфальту, дышат не чистым воздухом, а выхлопными газами автомобилей. Электромагнитные излучения принимают не только телевизоры и радиоприемники, но и тела зрителей и слушателей. Продукты — не с грядки, а из холодильника, трансгенные и с консервантами, выращенные на разнообразной «химии». Солнце и небо видят только через окна, а звезды горожане вообще не видят. С зайцами и лягушками встречаются только в зоопарках.

Переход из естественной среды обитания в искусственную (антропогенную) совершился. Из деревенской избы мы переселились в каменные джунгли. Последствия разнообразны. Человек как биологическое существо меняется. Первой заметили акселерацию. Человек стал выше своих предков на 10–15 см, на 2–3 г. раньше начинается процесс полового созревания. Чрезвычайное распространение получили аллергические заболевания. Пугает рост числа психических заболеваний — отклонения отмечают у трети населения. И даже выезд за город часто кончается недомоганием — «отравлением кислородом».

Вместе с тем сведения о динамике здоровья горожан противоречивы. С одной стороны, такой расчетный статистический показатель, как средняя

ожидаемая продолжительность предстоящей жизни, увеличился раза в два (за XX в. в России). Но надо отметить, что рост этого формального показателя — в основном за счет резкого сокращения младенческой смертности. Население на рост продолжительности жизни ответило резким сокращением числа рождений. Что же касается здоровья каждого конкретного человека, то медики заявляют, например, что 90 % старшеклассников страдают теми или иными заболеваниями. В более старшем возрасте уже практически все имеют по несколько заболеваний.

Нынешняя реально наблюдаемая продолжительность жизни мало отличается от прежней, названной еще в ветхозаветной Книге Экклезиаста — 70 лет. Но проживем мы эти 70 лет в болезнях. Пока неясно, появились ли эти болезни из-за неестественной среды обитания или же были и раньше, но на них не обращали внимания из-за ранней смерти большинства людей, неразвитости медицины и попросту отсутствия достаточного количества докторов.

Всем понятный переход в другую среду обитания — полет в космос. Жители мегаполисов создали себе искусственный космос на земле. Расплатятся за это будущие поколения. Выходить за городскую черту придется в скафандрах. Уже сейчас укус пчелы может привести к смерти, а соприкосновение с пылью растений — к длительному заболеванию органов дыхания (в результате вновь появившихся среди горожан аллергических реакций).

**Люди уничтожают природу.** Переход к искусственной среде обитания сопровождается уничтожением естественной среды обитания. Вся история развития человечества связана с «победами» человека над природой, которые сопровождались уничтожением тех или иных частей окружающей природной среды.

Согласно традиционной истории, Северная Африка была плодородным краем. Сейчас там песчаная пустыня Сахара, со скоростью 2–6 км в год ползущая к югу. Причина ее появления — неразумие древних скотоводов, увеличивших численность стад сверх допустимых пределов. Копыта разбили верхний плодородный слой почвы, скрепленный корнями трав, и в результате ветровой эрозии обнажились пески. В Древней Греции разводили коз в большом количестве и выгоняли их пастись в горные леса. Козы поедали траву, молодую поросль, разрыхляли копытами землю. Дождями и ветрами почва уносилась из-под корней, и после естественной гибели дерева на его месте оставалась бесплодная скала. Земледельцы научились орошать землю. Пришли завоеватели и разрушили каналы. Результат — среднеазиатские пустыни Каракумы и Кизилкумы. За послевоенные годы площадь Аральского моря сократилась

вдвое. У причалов стоят рыбацкие сейнеры — по ватерлинию в песке. Причина — воды рек Амударья и Сырдарья практически не доходят до Аральского моря, вся вода разбирается на орошение. Бездумное распахивание степей Северной Америки и Казахстана привело к «пыльным бурям», уносящим верхний плодородный слой почвы. О трагедии Чернобыля все знают. Загрязнена не только суша. Даже на глубине 5 км на дне океана — пластиковые пакеты и банки из-под пива.

Земельный фонд России составляет 1 709,7 млн га. Около 1 100 млн га — в зоне вечной мерзлоты. Сельскохозяйственные угодья составляют только около 13 % земельного фонда (около 2 200 млн га). За последние 25 лет площади сельхозугодий сократились на 33 млн га, несмотря на ежегодное вовлечение в сельхозоборот новых земель. В расчете на одного жителя России площадь сельхозугодий за 25 лет сократилась на 24 %, площадь пашни — на 18 %.

За последнее столетие в результате естественных причин — эрозии — выбыло из оборота 23 % обрабатываемых земель мира. Человек вполне осознанно отбирает землю у сельского хозяйства — использует ее под города и дороги, под разработки полезных ископаемых — угля, железной руды, песка, нефти, газа, золота, торфа, алмазов и др.

**Недостаток природных ресурсов.** В течение всей истории человечества призрак голода никогда далеко не отходил от подавляющего большинства народов. Понятно поэтому, что сокращение площадей сельскохозяйственных угодий вызывает тревогу. Природных ресурсов не хватает не только для производства продовольствия. Разведанных запасов большинства видов полезных ископаемых при нынешних темпах добычи хватит лишь на несколько десятков лет. За 1990-е годы добыча нефти в России упала примерно в два раза, а количество работников в этой сфере, наоборот, выросло в 2 раза. Значит, производительность труда упала примерно в 4 раза. Истощение запасов полезных ископаемых представляет собой явную потенциальную угрозу сложившейся системе мирового хозяйства.

**Всемирная конференция ООН в Рио-де-Жанейро (1992 г.).** Экономико-математические модели Форрестора и Медоуза показали в начале 1970-х гг., что стихийное развитие экономики приводит к истощению запасов полезных ископаемых, резкому спаду промышленности, превращению огромных территорий в свалки, катастрофическому уменьшению численности населения.



Наконец о будущем задумались политики. В 1992 г. ООН организовала конференцию в Рио-де-Жанейро, в которой участвовали высшие руководители 150 стран. Конференция провозгласила необходимость перехода к «устойчивому развитию», лозунг которого: «оставим нашим детям не меньше того, что мы получили от предыдущего поколения». Опишем некоторые следствия перехода к «устойчивому развитию».

Во-первых, он означает конец частного предпринимательства в классическом его понимании. Чтобы человечество выжило, отдельные государства и ООН в целом должны поставить частные предприятия в жесткие рамки, обусловленные прежде всего экологией. Это вынужденное решение будет претворяться в жизнь вооруженной силой государств. Можно сказать, что символом XXI в. будет *эколог с автоматом*. Например, в состав МВД России входит Управление по борьбе с правонарушениями в области охраны окружающей среды — организационная правоохранительная структура по борьбе с правонарушениями в области охраны окружающей природной среды, в Ленинградской области с января 2022 г. действует экологическая милиция.

Во-вторых, нужны новая организация экономики и новая экономическая теория. Как известно, классическая экономическая теория приводит к выводу об экспоненциальном росте основных макроэкономических показателей. Это очевидным образом невозможно при устойчивом развитии. Грубо говоря, предстоит переход от экспонент к константам. Значит, придется перейти к экономике, устроенной принципиально иначе, чем сейчас [4].

В-третьих, выявляется различное будущее «золотого миллиарда» (США, Европа, Япония и другие промышленно развитые страны) и остальных стран, так называемых «развивающихся». Бесспорно совершенно, что ресурсов Земли не хватит на то, чтобы поднять жизненный уровень развивающихся стран до уровня «золотого миллиарда».

В-четвертых, представители «золотого миллиарда» Россию реально уже сейчас относят к «развивающимся» странам. Следовательно, «золотому миллиарду» желательно выкачать из России все ресурсы и предоставить ее своей незавидной участи. В частности, Римский клуб прогнозирует постепенное сокращение численности населения рыночной России до 15–30 млн и отход его на нынешнюю южную границу страны (Ростов — Краснодар — Ставрополь и т. д.). Аналогом рыночной России является Канада, расположенная примерно в аналогичной географической среде, но с населением, почти на порядок меньшим, чем сейчас в России, и расположенным вдоль южной границы (с США).

В-пятых, для обеспечения безопасности развития России в третьем тысячелетии (говоря проще, чтобы выжить как независимая страна и опровергнуть прогноз Римского клуба) нам необходимо осуществить целый комплекс программ в экономической, экологической, социальной, политической, военной, технологической и иных областях.

Российским предпринимателям, менеджерам, экономистам, инженерам, всем гражданам нельзя рассчитывать на равноправное отношение со стороны бизнеса и руководства стран «золотого миллиарда». В частности, надежда на то, что «Запад нам поможет», на западные инвестиции — это ложная надежда. С другой стороны, можно прогнозировать успех работам с «развивающимися странами», в частности с Китаем и Индией. Отметим, что по реальному ВВП (валовому внутреннему продукту) Китай в настоящее время стоит на первом месте в мире, если оценивать ВВП не по формальному курсу доллара к юаню, а по методу потребительских паритетов.

Усиление экологических требований со стороны государства — это не кратковременная кампания, это навсегда. Ни один российский предприниматель и менеджер не сможет успешно работать, не уделяя должного внимания экологической безопасности своего производства и своей продукции.

Окружающая природная или антропогенная (созданная человеком) среда состоит из многих компонентов. Обычно выделяют литосферу, гидросферу, атмосферу, биосферу.

В результате деятельности человека в окружающую среду поступают те или иные виды загрязнений. Выделяют твердые, жидкие, газообразные, биологические, волновые (тепловые, шумовые, вибрационные, электромагнитные), радиационные загрязнения. Постоянно выявляются новые виды загрязнений. Например, загрязнение ближнего космоса останками спутников и ракет или загрязнение крупных городов и их окрестностей стаями бродячих собак, когда-то домашних...

Как защищаться от всевозможных экологически вредных загрязнений окружающей природной среды? Как обеспечить экологическую безопасность? Это большая научная и практическая проблема, которой занимаются десятки тысяч специалистов во всем мире [5–8].

Экология прошла несколько этапов в своем развитии. На первом этапе она рассматривалась как наука о биологических сообществах. На втором на первое место вышла защита природы, на третьем — защита окружающей среды. Экологическими проблемами сейчас занимаются как государственные органы, так и экологические общественные движения, партии, организации

(так называемые «зеленые»). К экологам примыкает «антиглобалистское» движение, особенно в связи с социально-экологическими проблемами во взаимоотношениях между странами «золотого миллиарда» и странами третьего мира. Возможный вариант «зеленого» будущего демонстрирует Германия, идущая впереди других стран в деле защиты, оздоровления и восстановления окружающей среды, организации рационального природопользования. В нашей стране, с одной стороны, экологические проблемы не так остры, как в других странах, с другой — недостаточно финансируются экологические программы и слабы общественные экологические движения.

### **2.5.3. Социально-экологические аспекты управления в масштабах государства**

История показывает, насколько труден путь достижения социального мира и партнерства в государстве. Поучителен опыт США конца XIX — начала XX в. Вооруженная борьба, которую вела с капиталистами организация «Индустриальные рабочие мира», унесла десятки тысяч жизней с обеих сторон. Согласно распространенному мнению, по инициативе Г. Форда была существенно повышена заработная плата рабочим, что позволило перевести взаимоотношения профсоюзов и работодателей в конструктивный режим под контролем государства (трехсторонние комиссии).

В современном мире в условиях рыночной экономики признаются необходимыми социально-экономические гарантии населения. Отметим практическую реализацию в ряде европейских стран лозунга полной занятости (циклическая безработица признается недопустимой, структурная снимается системой переподготовки, фрикционная неизбежна). Опыт стран с социально ориентированной экономикой (Швеция, Германия) заслуживает изучения и использования.

**Экологический менеджмент** — это совместная управленческая деятельность государственных, производственных и общественных структур, опирающаяся на экологическое право. Экологической наукой разработано учение об экологических рисках. Выделяют риски природные и техногенные, постоянные и аварийные, нулевые и приемлемые. На основе эконометрических методов [9] проводится оценка рисков, краткосрочных и долгосрочных потерь. Конкретные формулировки проблемы управления рисками приводят, как правило, к задачам многокритериальной оптимизации [6]. Органы социально-экологической защиты населения используют экологический мониторинг (в том

числе на основе снимков из космоса), а также экологический контроль за работой предприятий и организаций. Достаточно хорошо отработаны различные варианты организационно-экономического механизма управления экологической безопасностью, рациональным природопользованием и охраной окружающей среды.

#### **2.5.4. Социально-экологические аспекты управления персоналом**

*Управление персоналом* — одна из основных задач менеджера. Влияние социально-психологического климата в коллективе на экономическую эффективность его работы хорошо изучено в работах многочисленных исследователей XX в. Среди основных условий обеспечения высокой мотивации работников — создание благоприятной экологической обстановки. Помимо эргономики и рациональной организации труда необходимо решать проблемы промышленной и экологической безопасности.

Производства с профессиональными вредностями предполагают соответствующую социальную защиту. Имеется в виду как регулярный медицинский контроль, так и соответствующее социальное обеспечение.

Согласно [10] в России ежегодно в автомобильных катастрофах гибнет 60 тыс. человек, в других катастрофах и авариях — около 60 тыс. человек, примерно такое же число жертв погибает от отравления некачественными продуктами и напитками, от рук убийц. Самоубийств также примерно 60 тыс. в год. Количество пострадавших в результате производственных аварий на порядок больше. Общее количество работников, ставших инвалидами в результате аварий на производстве, — около 5 млн. Каждый год более 1,1 млн человек впервые признаются инвалидами.

*Обеспечение промышленной и экологической безопасности* — одна из основных обязанностей менеджера. Анализ риска, предупреждение аварий и ликвидация их последствий требуют соответствующих ресурсов. В частности, необходимо экологическое страхование, основанное на оценке класса опасности конкретного производства. Обычно при этом учитывают характеристики используемых в производстве веществ и технологий, степень подготовленности персонала и расположение предприятия [6, 11].

#### **2.5.5. Социально-экологические проблемы управления в России**

За последние 15 лет резко ухудшилась социально-экономическая обстановка в нашей стране. В табл. 2.9 приведена динамика основных макроэкономических показателей России.

Данные табл. 2.9 указывают на значительное «сжатие» экономики России за 1990-е гг. Естественно, сокращение производства приводит к сокращению объема вредных выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод на почву и в водные потоки, уменьшению количества твердых отходов, подлежащих размещению на специально отведенных участках (свалках). Однако необходимо учитывать еще несколько тенденций.

Таблица 2.9

**Динамика основных экономических показателей России  
(по данным Госкомстата — Росстата РФ и расчетам автора)**

Год	Валовой внутренний продукт		Объем промышленной продукции		Инвестиции в основные фонды	
	% к предыд. году	% к 1990 г.	% к предыд. году	% к 1990 г.	% к предыд. году	% к 1990 г.
1991	95	95	92	92	85	85
1992	85,5	81	82	75,4	60	51
1993	91,3	74	85,9	64,8	88	44,9
1994	87,3	64,7	79,1	51,3	76	34,1
1995	95,8	62	96,3	49,4	90	30,7
1996	94	58,3	95	46,9	82	25,2
1997	100,4	58,5	101,9	47,8	95	23,9
1998	95,1	55,7	94,8	45,3	88	21
1999	104,6	58,2	111	50,3	105,3	22,2
2000	109,9	64,0	111,9	56,3	117,4	26,0
2001	105,0	67,2	104,9	59,1	108,7	28,3
2002	104,3	70,1	102,6	60,6	109,9	31,1
2003	107,3	75,2	107,0	65,6	112,5	35,0
2004	106,8	80,3	106,2	69,7	110,8	38,8
2005	106,4	85,4	104,0	72,5	109,9	42,6
2006	106,7	91,1	103,9	75,3	113,7	48,4
2007	108,1	98,5	106,3	80,0	121,1	58,6
2008	105,8	104,2	102,1	81,7	109,1	63,9
2009	91,1	94,9	89,8	73,4	83,0	53,0
2010	103,8	98,5	108,3	79,3	106,0	56,2
2011	104,2	102,6	104,7	83,0	106,2	59,7
2012	103,4	106,0	102,6	85,1	106,7	63,7
2013	101,3	107,4	100,1	85,2	99,7	63,5
2014	100,6	108,0	101,7	86,6	97,5	61,9
2015	96,2	103,9	96,6	83,7	91,6	56,7

Год	Валовой внутренний продукт		Объем промышленной продукции		Инвестиции в основные фонды	
	% к предыд. году	% к 1990 г.	% к предыд. году	% к 1990 г.	% к предыд. году	% к 1990 г.
2016	99,3	103,2	101,1	84,6	97,7	55,4
2017	101,5	104,8	101,0	85,4	104,0	57,6
2018	102,3	107,2	102,9	87,9	106,3	61,2
2019	101,1	108,4	102,4	90,0	100,7	61,6
2020	96,9	105,4	97,1	87,4	92,4	56,9
2021	103,7	109,2	105,3	92,0	103,1	58,7
2022	97,9	106,9	99,4	91,4	98,0	57,5

Во-первых, резко сократилось выделение средств на экологические проекты. Например, в соответствии с действующим законодательством штрафы за загрязнение окружающей среды должны направляться в экологические фонды (и дальнейшего использования в целях финансирования экологических проектов). Однако в соответствии с федеральными законами о бюджете эти средства направляются непосредственно в бюджет. При этом действие соответствующих экологических законов приостанавливается. Государственный экологический фонд постановлением Правительства РФ ликвидирован, другие фонды находятся «в подвешенном состоянии». Финансирование экологических проектов встречается со значительными сложностями, поэтому экологическая обстановка медленнее меняется к лучшему, чем это могло бы происходить при росте экономики.

Во-вторых, необходимость повышения конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей приводит и к улучшению экологических характеристик продукции. Потребитель готов существенно больше платить за экологически чистую продукцию. Так, по нашим исследованиям [9], потребители растворимого кофе готовы платить на 10–15 % больше.

В-третьих, табл. 2.9 показывает катастрофическое падение, причем в течение всего рассматриваемого периода, капиталовложений в основные фонды. Они стареют, но не заменяются новыми. Ресурс технологического оборудования во многих случаях выработан. Следует ожидать роста числа аварий, а потому и загрязнения окружающей среды. Известно, что в жилищно-коммунальном хозяйстве за последние 10 лет число аварий увеличилось в 5 раз.

С 1990 г. резко ухудшилось социально-экономическое положение населения [12]. По нашим данным (см., в частности, [9]), индекс инфляции за 1990–2022 гг. составил около 350. Другими словами, на 350 руб. 2022 г. можно купить примерно столько же, сколько на 1 руб. 1990 г. Прожиточный минимум

(по методу американской исследовательницы М. Оршански) составляет примерно 18 730 руб. в месяц на человека (в Москве). Среднедушевой доход для типичного жителя России уменьшился примерно вдвое.

Ухудшение социально-экономического положения усугубило демографические проблемы. В табл. 2.10 приведены коэффициенты суммарной рождаемости за период 1970–1999 гг. с разбивкой на городских и сельских жителей, а в табл. 2.11 — за 2012–2021 гг. Очевидно, в перспективе (в следующем поколении через 20–30 лет) население будет расти, если в среднем на одну женщину приходится более двух детей (точнее, более 2,1), и уменьшаться, если менее двух. Если коэффициент суммарной рождаемости около 2,0, то ситуация является пограничной и неустойчивой.

Таблица 2.10

**Коэффициенты суммарной рождаемости в России  
(1970–1999 гг.)**

Годы	Коэффициенты суммарной рождаемости		
	Город	Село	Всего
1970	1,70	3,38	2,00
1980	1,71	2,50	1,89
1990	1,83	2,63	1,89
1995	1,24	1,84	1,34
1999	1,07	1,48	1,17

Таблица 2.11

**Коэффициенты суммарной рождаемости в России  
(2012–2021 гг.)**

2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1,69	1,71	1,75	1,78	1,76	1,62	1,58	1,50	1,50	1,50

Из табл. 2.10 очевидно, что из пограничного состояния 1990 г. страна перешла в область депопуляции, причем ситуация резко ухудшилась в годы «реформ». Обратим внимание на различие между городом и селом. В 1970–1990 гг. доля сельского (по месту рождения) населения уменьшалась, в то время как город в течение всего рассматриваемого периода не обеспечивал воспроизводство населения. При переходе от 1980 г. к 1990 г. рождаемость как в городе, так и на селе выросла, но общий коэффициент рождаемости остался прежним. Рост рождаемости объясняется принятыми в масштабе

государства мерами. Это различие указывает на принципиальную возможность управления демографическими процессами. Однако снижение доли сельского населения свело к 0 влияние мер по повышению рождаемости.

Табл. 2.11 показывает устойчивую долговременную тенденцию к снижению численности коренного населения. На месте четырех человек нынешнего поколения в следующем поколении будет только трое.

В Центре демографии и экологии человека Института народнохозяйственного прогнозирования РАН разработана система сценариев демографических прогнозов на период до 2050 г. Четыре сценария рассчитаны в предположении нулевой чистой миграции (эндогенными переменными, т.е. переменными управления, являются показатели рождаемости и смертности, а именно число рождений на одну женщину, средняя продолжительность жизни мужчин и женщин):

**Сценарий 1:** низкая рождаемость (1,3 рождения на одну женщину; реально в 1999 г. в России — 1,17 рождений на одну женщину), высокая смертность (средняя ожидаемая продолжительность жизни (СОПЖ) для мужчин — 59,9 лет, для женщин — 72,5 лет, как в 1999 г.).

**Сценарий 2:** низкая рождаемость (как в сценарии 1), снижающаяся смертность (СОПЖ растет и к 2050 г. достигает 77,0 лет для мужчин и 83,0 лет для женщин).

**Сценарий 3:** растущая рождаемость (к 2050 г. поднимается до 2,0 рождений на одну женщину), высокая смертность (как в 1999 г.).

**Сценарий 4:** растущая рождаемость (как в сценарии 3) и снижающаяся смертность (как в сценарии 2).

Прогноз численности населения приведен в табл. 2.12. Только сценарий 4 соответствует выходу России из демографического тупика — достижению к 2050 г. воспроизводимости населения и повышению средней продолжительности жизни до уровня передовых в этом отношении стран. Однако и в этом случае из-за накопившихся к настоящему моменту проблем коренному населению России предстоит сократиться в ближайшие 50 лет на 33,5 млн человек, т.е. на 23 %.

Таблица 2.12

#### Прогноз численности населения России (млн человек)

Год	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 4
2000	145,2	145,2	145,2	145,2
2025	121,4	128,0	122,2	128,8
2050	86,5	103,3	94,5	111,7



Введем в рассмотрение миграцию как параметр управления, позволяющий достигать те или иные цели [3]. Первая цель — сохранить численность населения России на уровне 2000 г. Значения чистой миграции, необходимые для достижения этой цели, приведены в табл. 2.13 (в предположениях сценариев 1–4 о характеристиках рождаемости и смертности).

*Таблица 2.13*

**Среднегодовой миграционный прирост (тыс. человек),  
обеспечивающий сохранение численности населения России**

<b>Год/период</b>	<b>Сценарий 1</b>	<b>Сценарий 2</b>	<b>Сценарий 3</b>	<b>Сценарий 4</b>
2000	214	214	214	214
2000–2025	1 040	738	1 002	702
2025–2050	1 712	1 066	1 263	677

Приведенные в табл. 2.13 значения среднегодового миграционного прироста в несколько раз превышают его значение на 2000 г. Динамика среднегодового миграционного прироста в 1990-х гг. показывает, что после всплеска в первые годы после развала СССР наблюдается тенденция к стабилизации этого показателя. Следовательно, нет веских оснований надеяться на то, что за счет сложившегося механизма миграции удастся стабилизировать численность населения России.

Тем более не удастся обеспечить его увеличение, например, на 0,5 % в год (в 1970–1980-х гг. численность населения России росла на 0,6–0,7 % в год). Соответствующие ежегодному росту на 0,5 % в 2000–2050 гг. значения миграционного прироста приведены в табл. 2.14. Эти значения по сравнению с данными табл. 2.13 выросли примерно в 2 раза.

Анализ рассмотренных сценариев показывает, что для обеспечения сохранения или тем более роста численности населения России за счет миграции следует изменить сложившийся механизм миграции. Из табл. 2.14 следует, что за 50 лет чистая миграция должна составить 75–140 млн человек. Русская диаспора составляет порядка 30 млн человек и может дать не более половины нужного числа мигрантов.

**Среднегодовой миграционный прирост (тыс. человек),  
дающий прирост численности населения России на 0,5 % в год**

Год/период	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 4
2000	214	214	214	214
2000–2025	1 878	1 550	1 836	1 510
2025–2050	2 825	2 028	2 268	1 542

Таким образом, помимо очевидных социально-экономических проблем, перед Россией стоят еще две глобальные проблемы — выход из строя основных фондов (сопровождающийся экологическими катастрофами) и падение численности коренного населения.

Решение экологических проблем опирается на экологическое право. В соответствии с Конституцией РФ каждый гражданин РФ имеет право на благоприятную окружающую среду, каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации. Согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды» (2002) хозяйственная и иная деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц, оказывающая воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе *следующих принципов*:

- соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;
- обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;
- научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды;
- охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;
- ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях;
- платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде;

- независимость контроля в области охраны окружающей среды;
- презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности, обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности, обязательность проведения государственной экологической экспертизы проектов и иной документации, обосновывающих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказать негативное воздействие на окружающую среду, создать угрозу жизни, здоровью и имуществу граждан (Федеральный закон «Об экологической экспертизе» (1995));
- учет природных и социально-экономических особенностей территорий при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов;
- допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду исходя из требований в области охраны окружающей среды;
- обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в соответствии с нормативами в области охраны окружающей среды, которого можно достигнуть на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов;
- обязательность участия в деятельности по охране окружающей среды органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц;
- сохранение биологического разнообразия;
- обеспечение интегрированного и индивидуального подходов к установлению требований в области охраны окружающей среды к субъектам хозяйственной и иной деятельности, осуществляющим такую деятельность или планирующим осуществление такой деятельности;
- запрещение хозяйственной и иной деятельности, последствия воздействия которой непредсказуемы для окружающей среды, а также реализации проектов, которые могут привести к деградации естественных экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда растений, животных и других организмов, истощению природных ресурсов и иным негативным изменениям окружающей среды;

– соблюдение права каждого на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды, а также участие граждан в принятии решений, касающихся их прав на благоприятную окружающую среду, в соответствии с законодательством;

– ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды;

– организация и развитие системы экологического образования, воспитание и формирование экологической культуры;

– участие граждан, общественных и иных некоммерческих объединений в решении задач охраны окружающей среды;

– международное сотрудничество Российской Федерации в области охраны окружающей среды.

Рассмотрение возможных вариантов развития России должно исходить из приведенных выше фактов. Уже в течение ближайших десятилетий возможны лишь два основных сценария разрешения социально-экологических противоречий. Во-первых, приближение к канадской модели, с уходом остатков населения из северной и центральной России и Сибири на юг (Кубань, Ставрополье). Во-вторых, переход к сильной государственной политике (в частности, национализация топливно-энергетического комплекса, введение монополии внешней торговли и т.п.) с целью резкого подъема ВВП (за 10 лет — в 2 раза) и решения на этой экономической базе социально-экологических проблем страны.

Исследования в области социально-экономических проблем управления активно развиваются [13, 14].

### **Список использованной литературы**

1. *Валовой Д.В.* Рыночная экономика. Возникновение, эволюция и сущность. — Москва : Инфра-М, 1997. — 400 с.

2. *Кара-Мурза С.Г.* Советская цивилизация. Кн. 1, 2. — Москва ; Алгоритм, 2001. — 528 с.

3. *Орлов А.И.* Теория принятия решений : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.

4. *Орлов А.И.* Модель расширенного воспроизводства, экспоненциальный рост экономики и пределы роста // Контроллинг. — 2021. — № 2 (80). — С. 24–31.

5. *Орлов А.И., Федосеев В.Н.* Проблемы управления экологической безопасностью // Менеджмент в России и за рубежом. — 2000. — № 6. — С. 78–86.

6. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере. — Москва : Академия, 2003. — 384 с.
7. Федосеев В.Н., Орлов А.И., Ларионов В.Г. и др. Управление промышленной и экологической безопасностью : учебное пособие. — Москва : УРАО, 2002. — 220 с.
8. Орлов А.И. Проблемы управления экологической безопасностью : учебное пособие. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 224 с.
9. Орлов А.И. Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.
10. Экология / под редакцией С.А. Боголюбова. — Москва : Знание, 1999. — 288 с.
11. Орлов А.И. Экологическое страхование // Российское предпринимательство. — 2000. — № 11, 12. — С. 104–108, 52–55.
12. Федосеев В.Н., Орлов А.И. За что нас покупают (состояние рыночной мотивации труда в России) // Российское предпринимательство. — 2000. — № 6. — С. 10–19.
13. Орлов А.И., Гаврилова В.Д. Экологическая безопасность: подземные безоболочечные резервуары в многолетнемерзлых грунтах для захоронения отходов бурения // Научный журнал КубГАУ. — 2016. — № 117. — С. 50–70.
14. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Высокие статистические технологии и системно-когнитивное моделирование в экологии : монография. — Краснодар : КубГАУ, 2019. — 258 с.

### **Контрольные вопросы**

1. Почему экономику называют служанкой общества?
2. Как экономическое поведение населения связано с национальной психологией и религией?
3. Как менялась в течение XX в. роль государства в экономике европейских стран, США, Японии и Австралии?
4. Какова динамика основных макроэкономических показателей России за 90-е гг. XX в.?
5. Как будет меняться численность населения России в ближайшие десятилетия?
6. Каковы основные положения Федерального закона «Об охране окружающей среды»?

### ***Темы докладов и рефератов***

1. Взгляды М. Вебера на связь между религией и экономическим развитием.
2. История организации «Индустриальные рабочие мира (Industrial World Workers)».
3. Объективная необходимость возрастания роли государства в управлении экономической жизнью в XX и XXI вв.
4. Влияние на менеджмент национальных особенностей.
5. Методы управления рождаемостью.
6. Сценарии возможного социально-экономического развития России в XXI в.

## ЧАСТЬ 3. ИНСТРУМЕНТЫ МЕНЕДЖМЕНТА

### 3.1. ПРИНЯТИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Сначала разберем несколько упрощенный пример задачи принятия решений при управлении, потом введем основные понятия теории принятия решений.

#### 3.1.1. Пример задачи принятия решения

В городе Загорье приближается праздник — 500 лет со дня основания. Городская дума решила отметить эту круглую дату, провести праздник, а заодно пополнить городской бюджет. И вот мы присутствуем на заседании, где обсуждаются детали.

Надо решить, где проводить праздник — на открытом воздухе или в здании городского театра. Финансовый результат праздника зависит от погоды, которая будет в тот день. При хорошей солнечной погоде все Загорье выйдет на улицы, праздничные мероприятия соберут массу участников, и городской бюджет пополнится солидной суммой. А если дождь? Загорцы — патриоты своего города, и праздничные эстрады, качели и карусели не будут пустовать, но их посетителей, празднующих под зонтиками, будет, конечно, много меньше, чем в солнечную погоду.

Второй вариант — празднование в здании. Он явно выигрывает в случае дождя — праздновать под крышей гораздо лучше, чем под зонтиками. Однако в солнечную погоду многие жители Загорья предпочтут радоваться солнцу, гулять или работать в садах и огородах, но не праздновать в здании.

Итак, каждый из двух вариантов решения имеет плюсы и минусы. Для принятия решения явно не хватает *следующей количественной информации*:

- насколько вероятна в день праздника солнечная погода и насколько — дождливая;

- каковы финансовые результаты праздника при различных вариантах сочетания погоды и места проведения (а таких сочетаний четыре: солнечно — проведение на открытом воздухе, праздник под дождем, в театре при солнце, в здании при дожде).

На первый вопрос Дума поручает ответить городскому Гидрометцентру, на второй — группе из режиссеров праздника, бухгалтеров и представителей торговых фирм. Перед началом следующего заседания думцы Загорья получают запрошенные ими количественные данные, сведенные в табл. 3.1.

**Прибыль города при различных вариантах  
проведения праздника (тыс. руб.)**

<b>Погода</b>	<b>Праздник на открытом воздухе</b>	<b>Праздник в театре</b>
Солнечно (60 %)	1 000	750
Дождь (40 %)	200	500

В Думе началась дискуссия.

— Надо получить побольше в самом плохом случае, — сказал осторожный Воробьев. — А хуже всего — при дожде, доходы по сравнению с солнечной погодой уменьшаются при любом нашем решении. При дожде на открытом воздухе заработаем 200 тыс., а собравшись в театре — 500 тыс. Значит, надо проводить праздник в театре — и как минимум 500 тыс. нам обеспечены.

— Нельзя быть таким пессимистом, — заявил горячий Лебедев. — Чаще всего в нашем городе солнечно, дожди — лишь исключение. Надо быть оптимистами — исходить из того, что все пойдет, как мы хотим, будет солнечно, мы проведем праздник на открытом воздухе и получим миллион в бюджет Загорья.

— На мой взгляд, и пессимист Воробьев, и оптимист Лебедев обсуждают крайние случаи — самую худшую ситуацию и самую лучшую. А надо подходить системно, обсудить ситуацию со всех сторон, учесть обе возможности, — начал выступление обстоятельный Чибисов, профессор математики местного университета, специалист по теории вероятностей. — Рассмотрим сначала первый вариант — праздник на открытом воздухе. Мы получим 1 000 тыс. в 60 % случаев (когда будет солнце) и 200 тыс. в 40 % случаев (при дожде), значит, в среднем  $1\,000 \times 0,6 + 200 \times 0,4 = 600 + 80 = 680$  тыс. А для второго варианта аналогичный расчет дает  $750 \times 0,6 + 500 \times 0,4 = 450 + 200 = 650$  тыс. Значит, надо проводить праздник на открытом воздухе.

— Коллега Чибисов рассуждает так, как будто мы будем отмечать 500 лет Загорья каждый год, да и все данные в таблице лет сто не изменятся, — вступил в дискуссию экономист Куликов. — Но нам предстоит провести только один праздник, и сделать это надо так, чтобы потом не жалеть об упущенных возможностях. Если мы решим проводить торжества на открытом воздухе, а пойдет дождь, то получим 200 тыс. вместо 500 тыс. при решении, соответствующем погоде. Значит, упущенная выгода составляет  $500 - 200 =$



= 300 тыс. При праздновании в театре в случае солнечной погоды упущенная выгода составит  $1\ 000 - 750 = 250$  тыс., т.е. будет меньше. Следовательно, надо отмечать 500 лет Загорья в театре.

— Подведем итоги, — взял слова председательствующий Медведев. — Выступили четверо, каждый привел убедительные доводы в пользу того или иного решения. При этом за проведение торжества в театре выступили Воробьев и Куликов, а за проведение мероприятия на открытом воздухе — Лебедев и Чибисов. Будем голосовать.

Результаты голосования: 15 думцев за торжество на открытом воздухе, 8 (в основном представители старшего поколения) за проведение его в театре. Решение принято — 500 лет Загорья будут отмечаться на открытом воздухе.

### 3.1.2. Основные понятия теории принятия решений

Всем опытным управленцам хорошо известно, что один из наиболее эффективных интеллектуальных инструментов менеджера — это теория принятия решений. Подробно разобранный пример выбора места проведения городского праздника наглядно демонстрирует ряд основных понятий теории принятия решений.

**Кто принимает решения?** Решение о месте проведения праздника принимала Дума города Загорья большинством голосов. Однако в подготовке решения участвовали и другие люди — специалисты, подготовившие информацию о погоде и об ожидаемой прибыли при различных сочетаниях погоды и места проведения.

В теории принятия решений есть специальный термин — **лицо, принимающее решения**, сокращенно ЛПР. Это тот, на ком лежит ответственность за принятое решение, тот, кто подписывает приказ или иной документ, в котором выражено решение. Обычно это генеральный директор или председатель правления фирмы, командир воинской части, мэр города и т.п., словом, ответственный работник. Но иногда может быть и коллективное ЛПР, как в случае с Думой Загорья или Государственной Думой Российской Федерации.

Проект решения готовят специалисты, как говорят, «аппарат ЛПР», часто вместе с сотрудниками иных организаций. Если ЛПР доверяет своим помощникам, то может даже не читать текст, а просто подписать его. Но ответственность все равно лежит на ЛПР, а не на тех, кто участвовал в подготовке решения.

При практической работе важно четко отделять этап дискуссий, когда рассматриваются различные варианты решения, от этапа принятия решения, после которого надо решение выполнять, а не обсуждать.

**Порядок подготовки решения (регламент).** Часты конфликты между менеджерами по поводу сфер ответственности — кто за что отвечает, кто какие решения принимает. В связи с этим очень важны регламенты, определяющие порядок работы. Недаром любое собрание принято начинать с утверждения председательствующего, секретаря и повестки заседания, а работу любого предприятия или общественного объединения — с утверждения его устава.

**Цели.** При выполнении различных функций менеджмента возникает необходимость принимать решения (см. гл. 1.2). Например, процесс планирования должен завершиться решением об утверждении плана, а процесс контроля — решением о порядке ликвидации отклонений или о корректировке плана.

Каждое решение направлено на достижение одной или нескольких целей. Например, Дума Загорья желала:

- отметить 500-летие своего города;
- получить от праздничных мероприятий максимальную прибыль.

Эти две цели можно достичь одновременно. Однако так бывает не всегда. Как уже отмечалось, часто встречающаяся формулировка «максимум прибыли при минимуме затрат» внутренне противоречива. Минимум затрат равен 0, когда работа не проводится, но и прибыль тогда тоже равна 0. Если же прибыль велика, то и затраты велики, поскольку и то и другое связано с объемом производства. Можно либо максимизировать прибыль при фиксированных затратах, либо минимизировать затраты при заданной прибыли.

Одной и той же цели можно, как правило, добиться различными способами. Отметить 500-летие города можно и в театре, и под открытым небом.

**Ресурсы.** Каждое решение предполагает использование тех или иных ресурсов. Так, Дума исходит из существования театра, в помещении которого можно провести праздничные торжества. Если бы театра не было, то и дискуссия в Думе не имела бы смысла. Конечно, можно было бы сначала обсудить вопрос о строительстве театра, о посильности таких затрат для города... Кроме того, предполагается, что у города достаточно средств для проведения праздника — ведь надо сначала подготовить карусели и концерты и только потом получить прибыль как разность между доходами и расходами.

В обыденной жизни мы чаще всего принимаем решения, покупая товары и услуги. И тут совершенно ясно, что такое ресурсы — это количество денег в нашем кошельке.

При практической работе над проектом решения важно все время повторять: «Чего мы хотим достичь? Какие ресурсы мы готовы использовать для этого?».

**Риски и неопределенности.** Почему четверо выступавших думцев разошлись во мнениях? Потому что они по-разному оценивали риск дождя, влияние этого риска на успешность достижения цели.

Многие решения принимаются в условиях риска, т.е. при возможной опасности потерь. Связано это с разнообразными неопределенностями, окружающими нас. Кроме отрицательных неожиданностей бывают положительные — мы называем их удачами. Менеджеры стараются застраховаться от потерь и не пропустить удачу.

Внутренне противоречива формулировка «Максимум прибыли и минимум риска». Обычно при возрастании прибыли возрастает и риск — возможность все потерять. Наиболее прибыльными в нашей стране были финансовые пирамиды типа МММ, но только для тех, кто успел вовремя продать акции, «наварив» на них тысячи процентов прибыли. Подавляющее же большинство потеряло свои деньги, оставшись с «бесценными» (не имеющими цены) бумажками в руках.

Вернемся к табл. 3.1. Неопределенность не только в том, будет дождь или нет. Неопределенности — во всех числах таблицы. Сведения о погоде, пусть даже рассчитанные за 100 лет, содержат погрешности, которые можно оценить с помощью методов метрологии и математической статистики. Вместо 60 % должно стоять, например,  $(60 \pm 3) \%$ , где 3 % — погрешность измерения. Тем более содержат неопределенности данные о предполагаемой прибыли. Ведь для того, чтобы ее рассчитать, необходимо:

- оценить затраты на подготовку к празднику (это можно сделать достаточно точно, особенно при отсутствии инфляции);
- оценить число участников празднества (а это уже труднее — таких праздников раньше не было), например, поручив социологам опросить горожан;
- оценить затраты среднего участника праздника (а это зависит, в частности, от общего экономического положения Загорья к моменту праздника, которое тем самым тоже необходимо спрогнозировать). В результате вместо

1 000 в таблице должно стоять, скажем,  $1\ 000 \pm 200$ . Следовательно, рассуждения четырех думцев, опирающихся на числа из табл. 3.1, строго говоря, некорректны. Реальные числа иные, хотя и довольно близкие. Необходимо изучить устойчивость выводов по отношению к допустимым отклонениям исходных данных, а также по отношению к малым изменениям предпосылок используемой математической модели [1]. Речь идет об общеинженерной идее — любые измерения проводятся с некоторыми погрешностями, и эти погрешности необходимо указывать в управленческих документах и учитывать при принятии решений.

**Критерии оценки решения.** Вспомните дискуссию в Думе Загорья — каждый из выступавших использовал свой критерий для выбора наилучшего варианта критерия.

Воробьев предлагал анализировать наихудший для думцев случай дождя. Фактически он рассматривал погоду как врага, который всячески будет мешать проведению праздника, будет стараться уменьшить доход города. И в условиях жесткого противодействия со стороны погоды он предлагал выбрать наиболее выгодный вариант решения — проведение праздника в театре. Подход Воробьева хорош при рассмотрении бескомпромиссного противостояния двух противников, имеющих противоположные интересы, например двух армий воюющих между собой государств. Существует математизированная наука — так называемая **теория игр** (см., например, монографии [2–4]), в которой рассматриваются методы оптимального поведения в условиях конфликта. В дискуссии о выборе места праздника позиция Воробьева — это позиция крайнего пессимиста, поскольку нет оснований считать погоду активным сознательным противником для руководства города. Отметим также, что наиболее плохой случай, на который ориентируется теория игр, встречается сравнительно редко.

Подход оптимиста Лебедева прямо противоположен подходу Воробьева. Предлагается исходить из самого благоприятного стечения обстоятельств. Природа для Лебедева — друг, а не враг. И надо сказать, что для такой позиции есть основания — солнечная погода в полтора раза вероятнее дождливой. С точки зрения теории планирования в менеджменте (см. гл. 1.2) предложение Лебедева можно было бы взять за основу, добавив возможности коррекции плана в случае неблагоприятных обстоятельств, а именно дождливой погоды. И тут мы наталкиваемся на неполноту дискуссии в Думе Загорья — никто не рассмотрел возможность подготовки праздничных мероприятий «двойного назначения» — при солнечной погоде все происходит на открытом воздухе, а при дожде те же концерты, буфеты и другие развлечения переносятся в здание театра.

С чисто логической точки зрения оптимизм Лебедева не менее и не более оправдан, чем пессимизм Воробьева. Люди вообще и менеджеры в частности делятся на два класса — оптимистов и пессимистов. Особенно четко различие проявляется при вложении капитала, поскольку, как правило, увеличение прибыли связано с увеличением риска.

Одни люди предпочитают твердый доход (да еще и застрахуются), отказавшись от соблазнительных, но рискованных предложений. Деньги они предпочитают держать не в коммерческих банках, а в жестяных и стеклянных емкостях, спрятанных в своей квартире. Лишаясь при этом банковских процентов, взамен они уверены, что в любой момент смогут воспользоваться своими сбережениями. К сожалению, в российской экономической истории последних лет много примеров, когда банки отказывались возвращать вклады. Иногда это делается не напрямую: выделяется один оператор-кассир на 100 000 вкладчиков, за день обслуживающий 80 человек. Для выдачи вкладов всем понадобится 1 250 рабочих дней, т.е. около 5 лет.

Другой тип людей — оптимисты и авантюристы, они уверены, что им повезет. Такие люди надеются разбогатеть, играя в лотерею. Хотя их ожидания часто не оправдываются, из любого положения они умудряются вывернуться и затеять новое дело. В результате им удается достаточно долго продержаться «на плаву», там, глядишь, и действительно повезет...

Надо иметь в виду, что на человека выигрыш или проигрыш одной и той же суммы могут оказать совсем разное влияние. Выигрыш приносит радость (но не счастье), в то время как проигрыш может означать разорение, т.е. несчастье. Недаром в теории полезности [5, 6] рассматривают парадоксальное понятие — полезность денег и приходят к выводу, что полезность равна логарифму имеющейся суммы. При этом реакция конкретного человека связана не с абсолютной величиной выигрыша или проигрыша, а с относительной, т.е. по сравнению с имеющимся у него капиталом.

Совсем с других позиций анализировал ситуацию думец Чибисов. Его подход фактически предполагает, что придется проводить не один праздник, а много. Вот он и рассчитывает средний доход, исходя из того, что 60 % праздников придется на солнечную погоду, а 40 % — на дождливую. Такой подход вполне обоснован, когда праздничные мероприятия проводятся каждую неделю или каждый день. Например, к нему мог бы прибегнуть менеджер, проектирующий свой ресторан, — ориентироваться ли на открытые столики с видом на живописные окрестности или замкнуться в четырех стенах, отгородившись от дождя. Если события происходят много раз, то для принятия решений

естественно использовать методы современной прикладной статистики и эконометрики [7], например, как это принято при статистическом контроле качества продукции и сертификации [8, 9]. Тогда оценка математического ожидания дохода, проведенная Чибисовым, вполне корректна.

Однако Дума решает вопрос об одном-единственном празднике, поэтому 60 % и 40 % — это не вероятности как пределы частот, что обычно предполагается при применении теории вероятностей, это шансы солнца и дождя (иногда употребляют термин «субъективные вероятности»). Используются эти шансы для того, чтобы в одной критерии свести вместе пессимистический и оптимистический подходы.

Думец Куликов вводит в обсуждение новое понятие — «упущенная выгода». Обратите внимание: средний доход, рассчитанный Чибисовым, больше при проведении праздника на открытом воздухе, а упущенная выгода, наоборот, меньше при организации торжеств в театре. Эти два критерия противоречат друг другу. Каждому менеджеру приходится решать, что для него полезнее — увеличение дохода или уменьшение упущенной выгоды. И в этом ему поможет теория полезности, хорошо разработанная в экономике («маржинальная полезность» в теории поведения потребителя и др. [5]) и имеющая развитый математический аппарат [6].

**Экспертные оценки — один из методов принятия решений.** Какие выводы может извлечь менеджер из хода заседания Думы? Помните, чем кончилось заседание в Думе? Критерии противоречили друг другу, два из них приводили к выводу о выгодности проведения праздника на открытом воздухе, а два — в театре. И Дума решила вопрос голосованием. При этом каждый из голосовавших интуитивно оценивал достоинства и недостатки вариантов, т.е. выступал как эксперт, а вся Дума в целом — как экспертная комиссия.

Итак, менеджеру необходимы методы принятия решения с помощью экспертов (см. гл. 3.4). По-английски expert — это специалист, в русском языке эти два слова имеют несколько различающийся смысл: под экспертом понимают весьма опытного высококвалифицированного специалиста, умеющего использовать всю свою интуицию для принятия решений [10–12].

### **3.1.3. Голосование — один из методов экспертных оценок**

Голосование — один из методов принятия решения комиссией экспертов. Организация голосования, в частности на собрании акционеров, имеет свои подводные камни. Много зависит от регламента (т.е. правил проведения)

голосования. Например, традиционным является принятие решений по большинству голосов: принимается то из двух конкурирующих решений, за которое поданы по крайней мере 50 % голосов и еще один голос. А вот от какого числа отсчитывать 50 % — от присутствующих или от списочного состава? Каждый из вариантов имеет свои достоинства и недостатки.

Если от присутствующих, то одно из двух решений будет почти наверняка принято (исключение — когда голоса разделятся точно поровну). Однако те, кто не был на собрании, могут быть недовольны. Если исходить из списочного состава, то возникает проблема явки на заседание. При слабой явке решения присутствующими должны приниматься почти единогласно, следовательно, в ряде случаев ни одно из конкурирующих решений не будет принято. А если придет меньше 50 % от утвержденного списочного состава, то принятие решений станет вообще невозможным. Перечисленные сложности увеличиваются, если регламентом предусмотрено квалифицированное большинство —  $2/3$  и еще один голос.

Еще одна проблема — как быть с воздержавшимися? Причислять ли их к голосовавшим «за» или к голосовавшим «против»? Рассмотрим условный пример — результат голосования по трем кандидатурам в совет директоров (табл. 3.2). Наиболее активным и результативным менеджером является И.И. Иванов. У него больше всего сторонников, но и больше всего противников. Его соперник П.П. Петров меньше себя проявил, у него меньше и сторонников, и противников. Третий — С.С. Сидоров — никому не известен, и относительно его кандидатуры все участники голосования воздержались.

Таблица 3.2

### Результаты голосования при выборах в совет директоров

Кандидатура	За	Против	Воздержались
И.И. Иванов	200	100	100
П.П. Петров	150	50	200
С.С. Сидоров	0	0	400

Пусть надо выбрать одного человека в совет директоров. Если председатель заседания спрашивает «Кто за?», то проходит И.И. Иванов. Если он, видя усталость зала от обсуждения предыдущих вопросов, спрашивает «Кто против?», то выбирают «темную лошадку» С.С. Сидорова, поскольку активные противники остальных менеджеров «выбивают» их из соревнования. При

выборе двух членов совета директоров вопрос «Кто за?» приводит к выборам И.И. Иванова и П.П. Петрова, а вопрос «Кто против?» — к выборам С.С. Сидорова и П.П. Петрова. Поэтому, желая избавиться от И.И. Иванова, председатель может при выборах ставить вопрос так: «Кто против?».

Нетрудно видеть, что вопрос «Кто за?» автоматически относит всех воздержавшихся к противникам данного кандидата, а вопрос «Кто против?» — к сторонникам. Успех никому не известного С.С. Сидорова связан именно с этим — он не нажил себе врагов.

Теория и практика экспертных оценок — развитая научная и практическая дисциплина с большим числом подходов, идей, алгоритмов, теорем и способов их практического использования. Подробнее о ней пойдет разговор в гл. 3.4. Однако необходимо подчеркнуть — менеджер отвечает за принятие решений и не имеет права переложить ответственность на специалистов.

### 3.1.4. Простые методы принятия решений

**Простые методы принятия решений** — это те, которые не требуют применения развитого математического аппарата. Тем не менее во многих случаях их применения вполне достаточно.

**Оперативные приемы принятия решений.** При обсуждении проблем стратегического менеджмента (гл. 1.4) был рассмотрен ряд оперативных приемов принятия решений — анализ «разрывов», анализ шансов и рисков (сильных и слабых сторон), анализ портфеля, метод проверочного списка, метод оценки по системе баллов и др. Такие методы хорошо применять при быстром сравнении вариантов, например на совещании менеджеров высшего звена.

Рассмотрим в качестве примера использование матрицы портфеля Бостонской консалтинговой группы. Напомним, что согласно этому методу подготовки управленческих решений товары, выпускаемые фирмой, распределяются по клеткам табл. 3.3. Однако совершенно ясно, что такое распределение может служить лишь отправной точкой для дальнейшего анализа.

Таблица 3.3

#### Матрица портфеля Бостонской консалтинговой группы

<b>Высокий</b>	1. Звезды	3. Знак вопроса
<b>Низкий</b>	2. Дойные коровы	4. Собаки
<b>Рост спроса / рыночная доля</b>	Высокая	Низкая



Действительно, необходимо опираться не только на информацию, содержащуюся в табл. 3.3, но и на данные о прибыли и рентабельности тех или иных товаров. Ясно, например, что высокий рост спроса «Знака вопроса» может быть обеспечен демпинговой ценой ниже себестоимости.

Необходимо также оценить динамику смены марок товаров, понять, насколько долго смогут удержаться на рынке «Дойные коровы», насколько высоко смогут взлететь «Звезды».

Специального рассмотрения заслуживают «Собаки». Возможно, они вытесняются другими товарами. Но возможно и иное — их покупатели представляют собой отдельный рынок, лишь из-за недостатков предварительного анализа присоединенный к общему рынку. Тогда постановка задачи меняется. Руководство фирмы не должно сравнивать «Собак» с другими товарами. Ему следует решить совсем иной вопрос — обслуживать ли сравнительно небольшой рынок покупателей «Собак» или же отдать его конкурентам.

Бесспорно совершенно, что обоснованные решения не могут приниматься на основе только анализа матрицы портфеля Бостонской консалтинговой группы. Впрочем, это верно и для любого иного метода подготовки решения. Только всесторонний анализ с использованием многих методов может дать руководству организации необходимые аргументы для принятия обоснованного решения. Но и в этом случае, очевидно, вся ответственность лежит на «лицах, принимающих решение» — на менеджерах.

Оперативных приемов принятия решений, или, в другой терминологии, простых методов принятия решений, существует весьма много. Один из них — изложить ситуацию в письменном виде. Эта простая рекомендация часто оказывается весьма полезной. Дело в том, что при составлении описания ситуации приходится уточнять многие факты и оценки, которые обычно не удается сопоставить при размышлениях. Далее, письменное описание подсказывает различные альтернативы действий, а также оценки последствий этих альтернатив. Изложение ситуации в письменном виде во многом снимает эмоциональную составляющую при принятии решения, а также дает исходные данные и варианты действий для аналитического разбора.

Иногда рекомендуют проводить первичную формализацию описания ситуации, например, в виде ответов на вопросы типа:

0) Совместим ли рассматриваемый вариант решения с моими нравственными принципами?

1) Что я выиграю при этом варианте решения?

а) деньги;

- б) время;
- в) известность;
- г) уверенность;
- д) удовольствие и т.д.
- 2) Что я потеряю при таком решении?
  - а) деньги;
  - б) время и т.д. (см. вопрос 1).
- 3) Какие новые возможности у меня появятся?
- 4) Какие новые задачи встанут передо мной?
- 5) Какие обязанности у меня появятся?
- 6) Какая новая ситуация для меня возникнет?
- 7) Каких побочных действий я должен ожидать?
  - а) положительных;
  - б) отрицательных.
- 8) Принесу ли я вред обществу или другим людям?
- 9) Принесу ли я пользу обществу или другим людям?
- 10) Возникнут ли в результате моего решения новые проблемы?
- 11) Потребуется ли новые решения? И т.д.

Можно выделить **этапы анализа ситуации**, подготовки и принятия решения, анализа последствий [13]:

1. Уяснить ситуацию.
2. Установить наличие проблемы, подлежащей решению.
3. Сформировать возможные решения.
4. Описать последствия решений.
5. Выбрать решение.
6. Обобщить накопленный опыт принятия решений.

Целесообразно уточнить содержание каждого из перечисленных этапов. Например, для уяснения ситуации целесообразно ответить **на пять вопросов**:

- 1) КТО должен или обязан (или хочет) принять решение?
- 2) ГДЕ (в каком месте, в каком окружении, в какой среде, при каких обстоятельствах) предстоит принимать решение?
- 3) КОГДА (до какого срока или насколько часто, с какой периодичностью) необходимо принимать решение?
- 4) КАК (каким образом, в какой форме, каким документом) должно быть выражено решение?
- 5) ЧТО обуславливает решение? Зачем оно нужно? В чем его цель? Какой замысел лежит в его основе? Для чего оно служит? Зачем его надо принимать?

После того, как ситуация обдумана, необходимо рассмотреть варианты решений. Рассмотрим пример.

**Пример 1.** На столе у секретаря начальника звонит телефон. Звонящий задает вопрос по делам фирмы, но такой, на который не может ответить ни секретарь, ни ее начальник. Как должна реагировать секретарь? И какой следует ожидать реакции у звонящего?

Реакция секретаря № 1. Она объясняет звонящему, что не может сообщить необходимые сведения, и соединяет его с нужным сотрудником.

Реакция звонящего № 1. Он будет признателен секретарю за то, что его быстро соединили с человеком, который может его компетентно и с достаточной полнотой проинформировать.

Реакция секретаря № 2. Она просит звонящего подождать у аппарата и бежит через все здание, чтобы получить нужную ему информацию.

Реакция звонящего № 2. Он будет раздражен, поскольку будет вынужден бессмысленно прождать длительное время у телефона, чтобы в конце концов узнать, что информации, которую ему здесь сообщили, недостаточно.

Побочный результат. В течение длительного времени телефон руководства фирмы будет занят.

Реакция секретаря № 3. Она адресует звонящего к начальнику, который, естественно, также не сможет ему помочь.

Реакция звонящего № 3. Он будет раздражен, поскольку будет вынужден провести телефонные разговоры с двумя сотрудниками фирмы и не получит нужной ему информации.

Побочный результат — тот же, что и в предыдущем случае.

Реакция секретаря № 4. Она возвращает звонящего к коммутатору фирмы, так как не может быть ему полезной.

Реакция звонящего № 4. Он и на этот раз будет раздражен, так как только потерял время.

Очевидно, только первый вариант решения можно признать правильным. Отметим, однако, что для его реализации в распоряжении секретаря должны быть соответствующие технические средства, позволяющие перевести телефонный вызов на номер нужного сотрудника.

В рассмотренном примере сравнение вариантов решения нетрудно провести непосредственно. Однако в большинстве задач принятия решений целесообразно выделить перечень факторов, на основе значений которых нужно сравнивать варианты решений.

**Пример 2.** Таня Кузнецова оканчивает МГТУ им. Н.Э. Баумана и выбирает место работы. У нее есть четыре варианта.

А. Поступить в аспирантуру МГТУ им. Н.Э. Баумана. Стипендия ничтожна, но есть возможности для подработки. Лет через 5 можно стать доцентом всемирно известного вуза, работать по совместительству преподавателем, консультантом, сотрудником фирм.

Б. Пойти инженером на крупное предприятие, ранее входившее в ОПК, а ныне имеющее постоянный пакет заказов, в том числе зарубежных.

В. Отправиться в малое предприятие, выполняющее конкретные заказы, и получать оплату с каждого выполненного заказа.

Г. Пойти специалистом по компьютерам в филиал зарубежной экспертно-импортной фирмы.

Как сравнивать эти варианты? Рассмотрим естественные факторы.

**Оплата труда.** На настоящий момент нарастает от А до Г.

**Перспективы роста (в том числе оплаты труда).** Наиболее велики в А, имеются в Б, практически отсутствуют в В и Г.

**Устойчивость рабочего места.** Наибольшая в А, значительная в Б, малая в В и Г.

**Начальство.** Знакомое и уважаемое в А, солидное и хмурое в Б, несерьезное, но активное в В, строгое и малопонятное в Г.

**Коллектив.** Знакомый и приемлемый в А, понятный и благожелательный в Б, конкурентный (борьба за заказы и тем самым за доходы) в В, пропитанный стукачеством в Г.

**Криминальность.** Отсутствует в А и Б, постоянна (хотя и сравнительно мелкая) в В, возможна в Г (причем в крупных размерах).

**Режим.** Весьма свободный в А, жесткий (вход и выход по пропускам и в заданное время) в Б, «полосатый» в В (вообще-то свободный, но если начальство прикажет...), тюремного типа в Г (фиксированы двери, через которые можно проходить, за питье чая на рабочем месте — штраф в размере 10 % месячной оплаты и т.п.).

**Время на дорогу до места работы.** Ближе всего В, затем Г, А и Б.

Ограничимся этими восемью факторами. Для принятия решения целесообразно составить таблицу, в которой строки соответствуют факторам, столбцы — возможным вариантам решения, а в клетках таблицы стоят оценки факторов для соответствующих вариантов таблицы. Пусть для определенности в качестве возможных оценок используются числа 1, 2, 3, ..., 9, 10, причем наихудшее значение — это 1, а наилучшее — это 10. Пусть мнение Тани Кузнецовой выражено в табл. 3.4.

## Оценки факторов при выборе места работы

№ п/п	Факторы	МГТУ им. Н.Э. Баумана	Крупное предприятие	Малое предприятие	Зарубежная фирма
1.	Оплата труда	1	5	9	10
2.	Перспективы роста	10	7	1	2
3.	Устойчивость	10	9	3	4
4.	Начальство	8	6	4	2
5.	Коллектив	9	7	2	1
6.	Криминал	10	8	1	2
7.	Режим	10	4	7	1
8.	Время на дорогу	5	3	10	7
9.	Сумма баллов	63	49	36	29

Непосредственный анализ данных табл. 3.4 не позволяет Тане Кузнецовой сделать однозначный вывод. По одним показателям лучше один вариант, по другим — другой. Надо как-то соизмерить факторы. Проще всего приписать им веса, а затем сложить веса для каждого из вариантов (такой подход имеет недостатки, которые обсуждаются в гл. 3.4). А какие веса взять? Проще всего взять все факторы с одинаковыми весами — единичными. Проще говоря, сложить баллы, приписанные факторам. Результаты приведены в последней строке. По сумме баллов на первом месте — МГТУ им. Н.Э. Баумана, на втором — крупное предприятие, на третьем — малое предприятие, на последнем — филиал зарубежной фирмы.

Аналогичным образом проводится технико-экономический и маркетинговый анализ в некоторых реальных ситуациях. Например, в табл. 3.5 дается сравнительная характеристика по факторам конкурентоспособности главных производителей изделий из стекловаты. Помимо непосредственного сравнения производителей, подобная таблица дает возможность подготовить решения по мерам повышения конкурентоспособности, а также указать возможные пределы продвижения. Так, согласно данным табл. 3.5 ОАО «Мостермостекло» по конкурентоспособности находится на уровне одного из своих основных конкурентов и проигрывает второму 4 балла. Однако, повысив удобство монтажа на 1 балл (и дойдя до уровня худшего из своих конкурентов по

этому фактору), перейдя к более привлекательной системе скидок (набрав при этом 2 балла), а также усилив рекламные мероприятия на 2 балла (и дойдя до уровня худшего из своих конкурентов по этому фактору), оно увеличит сумму баллов на 5 и станет лучшим.

Таблица 3.5

**Сравнительная характеристика главных производителей изделий из стекловаты по факторам конкурентоспособности**

№ п/п	Факторы конкурентоспособности	ОАО «Мостермостекло»	Главные конкуренты	
			URSA	ISOVER
1.	Товар			
1.1.	Качество	5	5	5
1.2.	ТЭП*	5	4	4
1.3.	Престиж торговой марки	3	4	5
1.4.	Кашировка**	5	5	5
1.5.	Удобство монтирования	3	4	5
1.6.	Наличие сертификатов	5	5	5
2.	Цена			
2.1.	Продажная	5	3	2
2.2.	Скидки с цены	2	4	0
3.	Продвижение товаров на рынках			
3.1.	Реклама, участие в выставках и т.д.	2	5	4
	<b>Общее количество баллов</b>	<b>35</b>	<b>39</b>	<b>35</b>

*Примечание.* \* ТЭП — технико-экономическое планирование.

\*\* Кашировка — дополнительное покрытие.

В практике приходится иногда вводить веса факторов, поскольку значимость факторов различна. Так, при разработке организационно-экономического обеспечения реализации проекта установки газоочистного оборудования на ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» сравнивались четыре проекта (табл. 3.6).

## Балльная оценка проектов

№ п/п	Приведенные показатели качества	Россия-1	Россия-2	Украина	Швеция	Вес
1.	Наработка на отказ	0,9125	0,975	0,9	1	7
2.	Назначенный срок службы до списания	0,72	1	0,8	1	6
3.	Назначенный срок службы до капитального ремонта	0,9	1	0,8	1	6
4.	Среднее время восстановления	0,897	0,959	0,886	1	5
5.	Установленный срок сохраняемости	1	1	0,667	0,667	4
6.	Энергетические затраты на очистку 1 000 м <sup>3</sup> газа	0,852	0,958	0,852	1	9
7.	Масса	0,886	0,972	0,875	1	8
8.	Степень очистки	1	1	0,999	1	10
9.	Полная стоимость проекта	0,877	1	0,860	0,662	9
10.	Срок исполнения	0,8	1	0,667	1	7
<b>Интегральный итоговый показатель качества проекта</b>		56,46	63,20	53,76	59,62	

Проекты оценивались по «интегральному итоговому показателю качества проекта» (аналогами являются термины «обобщенный показатель качества», «рейтинг»), равному сумме (по всем факторам) произведений значений факторов на веса этих факторов). Для табл. 3.4 и 3.5 все веса были единичными, для табл. 3.6 веса приведены в правом столбце. (Значения весов обычно определяют с помощью экспертов. Для сравнения объектов экспертизы нет необходимости требовать, чтобы сумма весов равнялась 1.) В соответствии с «интегральным итоговим показателем качества проекта» наилучшим является проект «Россия-2», далее следует проект «Швеция», затем — проект «Россия-1», и замыкает четверку проект «Украина». В соответствии с рассматриваемым подходом надо рекомендовать принять к исполнению проект «Россия-2».

Много ценных рекомендаций по разработке управленческих решений содержится в книгах проф. Б.Г. Литвака [14, 15].

### 3.1.5. Декомпозиция задач принятия решения

**Решать задачи по очереди.** Естественным является желание разбить сложную задачу принятия решения на несколько, чтобы воспользоваться возможностью решать их по очереди.

*Пример 1.* Простейшим вариантом является дихотомическая схема для наглядного представления возможных решений [13]. Например, необходимо решить приятную практическую задачу: «Как встречать Новый год?». На первом шаге надо выбрать одно из двух возможных решений:

1. Остаться дома.
2. Уехать.

В каждом из двух случаев возникает необходимость принять решения второго уровня. Так, в первом случае:

- 1.1. Пригласить гостей.
- 1.2. Не звать гостей.

Во втором случае:

- 2.1. Уехать к родственникам или знакомым.
- 2.2. Уехать в общедоступные места (отправиться в путешествие, пойти в клуб или ресторан и т.п.).

После двух шагов получили четыре возможных решения. Каждое из них, вообще говоря, предполагает дальнейшее деление. Так, например, вариант «пригласить гостей» приводит к дальнейшему обсуждению их списка. При этом могут сопоставляться различные варианты. Например, что предпочесть — гастрономические утехы за телевизором в хорошо знакомой компании или бурное обсуждение злободневных проблем или нравов далеких стран с интересными людьми, с которыми давно не встречались?

Вариант «остаться дома и не звать гостей» также имеет свои варианты. Можно проводить новогоднюю ночь в семейном кругу, и одна из решаемых подзадач — какую программу телевидения смотреть. А можно лечь спать вскоре после полуночи, например в случае болезни или после долгой тяжелой работы.

Вариант «уехать к родственникам или знакомым» также требует дальнейших решений. Поездка связана прежде всего с поддержанием родственных отношений или с желанием получить удовольствие? Какую пищу Вы предпочитаете — физическую или духовную (гастрономические утехы или интересную беседу)?



Оставшийся четвертый вариант «уехать в общедоступные места» предполагает еще больше возможностей выбора. Можно остаться в своем городе, отправиться в другой город (например, из Москвы в Смоленск), выехать на природу (на горнолыжную базу, на курорт), пересечь границу. А тут возможностей масса — все страны, все континенты, можно покататься на слоне в Таиланде, искупаться в Индийском океане или побродить по Пекину.

Итак, рядовая задача принятия решения «Как встречать Новый год?» при проработке превращается в выбор из невообразимого количества вариантов. При этом нет необходимости доходить до перечня конкретных вариантов (выехать 28 декабря таким-то поездом туда-то), поскольку решение, очевидно, принимается последовательно, и решение «остаться дома» делает ненужным рассмотрение всех туристических маршрутов.

Что дает нам декомпозиция решений? Пример 1 демонстрирует, как несколько принятых друг за другом решений позволяют справиться с многообразием вариантов. При принятии решений может использоваться весь арсенал теории принятия решений, такие понятия, как цели, критерии, ресурсы, риски и др., однако довольно часто решения принимаются на интуитивном уровне, без введения в обсуждение перечисленных понятий.

**Дерево решений.** Довольно часто удобно представить варианты графически. Обычно возможные решения представляют в виде одного из видов графов — дерева (рис. 3.1). Строго говоря, это перевернутое дерево. Корнем является исходная задача — «Как встречать Новый год?». От него идут две ветви — к вариантам «Остаться дома» и «Уехать». От этих вариантов, в свою очередь являющихся задачами принятия решений («Что делать, оставшись дома?» и «Куда уехать?»), ветки ведут к вариантам задач принятия решений следующего порядка.

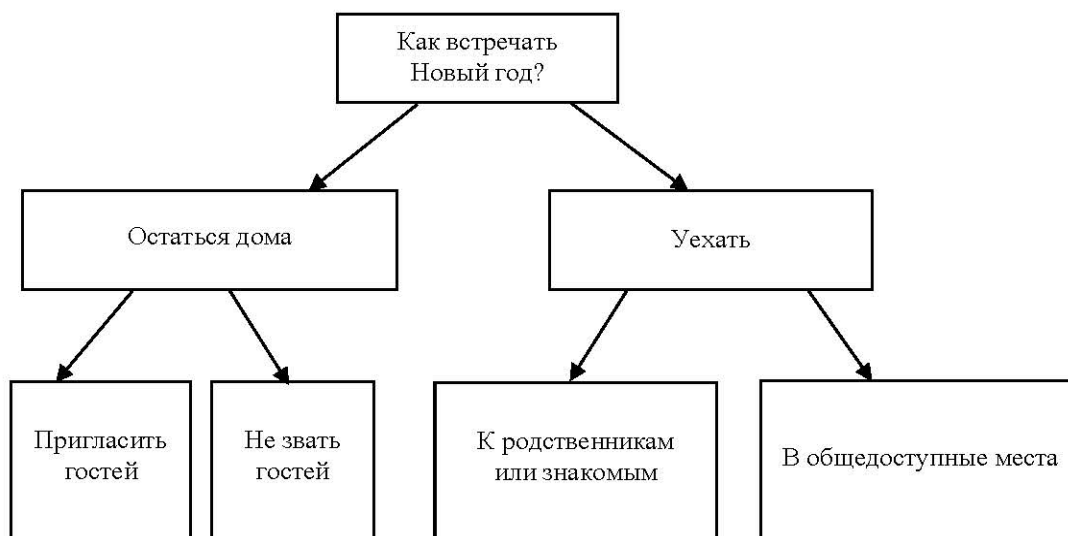


Рис. 3.1. Дерево решений — дихотомическая схема для наглядного представления возможных решений

**Пример 2.** Приведем начало (корень) «Дерева решений проекта», использованного в практической работе.

Задача предприятия — производить качественные изделия из стекловолокна, так как растет потребность в утеплителях и расширяется рынок. Необходимо сделать выбор *из двух вариантов*:

- 1) работать на существующем оборудовании;
- 2) провести реконструкцию цеха.

При выборе первого варианта следует иметь в виду, что мощности оборудования не столь большие, чтобы обеспечить возросшую потребность (велик физический износ линии), а качество производимой продукции не соответствует международным требованиям (значителен моральный износ линии). В связи с этим следует ожидать, что даже в условиях ожидаемого повышенного спроса выпущенные на существующем оборудовании материалы не будут востребованы (реализация будет падать), соответственно, мощность производства не будет расти.

При выборе второго варианта решения после реконструкции производительность увеличивается в 2 раза по сравнению с существующей технологической линией, качество выпускаемой предприятием продукции будет соответствовать международным требованиям, она сможет конкурировать с главными производителями стекловаты. Повысятся основные технико-экономические показатели. Однако существует определенный риск проекта, поскольку необходимы большие капитальные вложения (большая часть которых — из заемных источников).

Дальнейшее построение дерева решений здесь достаточно очевидно. От варианта «Работать на существующем оборудовании» пойдут линии к решениям, связанным с упрощением ассортимента выпускаемой продукции, поиском ниши рынка, готовой принимать продукцию более низкого качества, и т.д. Это линия на выживание в условиях отставания от научно-технического прогресса, вплоть до ликвидации предприятия. В некоторых условиях ликвидация предприятия — это оптимальный выход.

От варианта «Провести реконструкцию цеха» пойдут линии двух типов — сначала «технологические», а затем «финансовые». Сначала надо выбрать конкретный вариант реконструкции и подготовить бизнес-план соответствующего инвестиционного проекта. Затем необходимо обеспечить финансовые поступления для выполнения этого инвестиционного проекта с минимальным риском для предприятия. Здесь проблема — выбор кредиторов и заемщиков, заключение с ними договоров на приемлемых условиях.

Кроме последовательного принятия решений, декомпозиция задач принятия решений используется для «разделения проблем на части». При этом результатом декомпозиции является не выбор одного из большого числа вариантов, как при последовательном принятии решений, а представление решаемой задачи в виде совокупности более мелких задач, в пределе таких задач, методы решения которых известны.

**Пример 3.** Рассмотрим проблему борьбы с транспортным шумом [8]. Целесообразно выделить *следующие типы мероприятий*:

- 1) мероприятия, связанные с источником шума;
- 2) мероприятия на месте проявления шума;
- 3) мероприятия на пути распространения шума;
- 4) мероприятия, относящиеся ко всей системе транспортных средств;
- 5) мероприятия, связанные с реконструкцией транспортной системы и разработкой способов ее технико-экономической оценки.

В отличие от примера 1, здесь не идет речь о том, чтобы выбрать один из вариантов решения. Наоборот, для эффективной борьбы с транспортным шумом необходимо использовать все ветви, все пять типов мероприятий.

Источник шума — это автомашина, поэтому сразу выделяются три направления воздействия на ситуацию:

- 1.1. Конструкция автомашины (включая регулировку ее узлов).
- 1.2. Топливо.
- 1.3. Дорога.

Непосредственная защита от шума может быть индивидуальная — шляпы, наушники, вставки в уши — беруши (сокращение от «берегите уши»), а может быть и коллективная (звуконепроницаемые оконные рамы, стены со звукоизоляцией). В связи с этим мероприятия на месте проявления шума естественным образом делятся на два класса:

- 2.1. Индивидуальная защита от шума.
- 2.2. Подавление шума в зданиях.

Можно ослабить шум «по дороге» от источника шума до ушей людей. Хорошо известны различные способы для этого:

- 3.1. Сооружение звукозащитных стен и экранов, отражающих звуковые волны в безопасных направлениях.
- 3.2. Создание звукозащитных полос из деревьев и кустарников.
- 3.3. Противошумное расположение зданий на местности (как по расстоянию от источника шума, так и по ориентации зданий относительно него и друг друга).

Снижение шума возможно также с помощью различных мероприятий, относящихся ко всей системе транспортных средств. Речь идет о рациональной организации движения в рамках действующей транспортной системы. Эта рациональная организация осуществляется региональными властями административными и частично организационно-экономическими методами. Примерами подобных мероприятий являются:

4.1. Направление транзитного транспорта в объезд крупных городов.

4.2. Ограничение движения транспорта в определенные часы или по определенным улицам.

4.3. Планирование движения транспорта — по времени, по скорости, по маршрутам.

Наконец, необходимо обсудить мероприятия, нацеленные на будущее. Они связаны с реконструкцией транспортных систем и разработкой способов ее технико-экономической оценки. Каков должен быть транспорт будущего? Ясно, что в нем должны быть предусмотрены меры, направленные на снижение шумовой нагрузки. Технико-экономическая оценка транспортных систем будущего должна определяться с учетом шумовой нагрузки. Выразим это как:

5.1. Шумоподавление в проектируемых и реконструируемых транспортных системах.

Таким образом, одна исходная задача породила 12 новых. Надо не выбирать одну из них, а решать все 12. Однако каждая из 12 является более конкретной, чем исходная. Ее легче решить (после дальнейшей декомпозиции), чем исходную.

**Декомпозиция задач принятия решений «от ветвей к корню».** До сих пор мы разбирали ситуации, когда задача принятия решения разбивалась на составляющие (с целью уточнения постановки и выбора одной из конкретных формулировок либо с целью разделить одну большую задачу на ряд более мелких). Рассмотрим теперь противоположный процесс, когда конкретные потребности бизнес-процессов организации порождают единый комплекс задач принятия решений.

**Пример 4.** Рассмотрим процесс декомпозиция задач принятия решений «от ветвей к корню» на примере формирования задач службы контроллинга организации (см. гл. 3.6). Для многих организаций актуальны *следующие проблемы*:

1. Отсутствие оперативной информации о производственных процессах требует внедрения на предприятии системы производственного учета.

2. Высокий уровень накладных расходов в общей сумме затрат заставляет заниматься выявлением мест возникновения «ненужных» затрат.

3. Излишне большая величина незавершенного производства влечет необходимость разработки системы управления заказами.

4. Отсутствует эффективный механизм контроля над деятельностью службы закупок. Имеется лишь эпизодический контроль со стороны руководства организации. Это обуславливает необходимость разработки внутри организации организационно-экономического механизма, позволяющего контролировать уровень цен на закупаемые материалы.

5. Накладные расходы планируются на предприятии по факту предыдущего периода. Это требует внедрения процесса бюджетирования.

6. Используемая система показателей недостаточна для управления предприятием. Следовательно, необходима разработка системы показателей финансово-хозяйственной, производственной и социальной деятельности предприятия.

7. У руководства предприятия отсутствует системное представление о деятельности предприятия. Для принятия обоснованных решений по управлению предприятием необходимо создание аналитической службы поддержки принятия таких решений.

Для решения семи перечисленных актуальных проблем принятия решений при управлении предприятием вытекает необходимость специальной интегрирующей службы — службы контроллинга. Вполне очевидно, что все «ветви» в рассматриваемой задаче декомпозиции направлены к одному «корню», и этот «корень» описывает задачи принятия решений, поддерживаемые службой контроллинга [16, 17].

До сих пор в процессе декомпозиции все задачи одного уровня считались равнозначными, весовые коэффициенты не вводились. Однако иногда оказывается полезным различные варианты рассматривать с теми или иными коэффициентами.

**Пример 5.** Необходимо разработать процедуру принятия решений, связанных с оценкой эффективности разрабатываемого медицинского прибора (магнитного сепаратора). Для вычисления обобщенного показателя качества и технического уровня подобных приборов естественно провести декомпозицию на три задачи принятия решений по трем группам показателей:

- 1) основные показатели назначения;
- 2) экономические условия потребления;
- 3) условия обслуживания.

Пусть  $X$  — оценка по первой группе показателей,  $Y$  — по второй,  $Z$  — по третьей. Первая оценка учитывается с весовым коэффициентом 0,6,

вторая — 0,2, третья — также 0,2 (сумма трех весовых коэффициентов равна 1). Таким образом, обобщенный показатель качества и технического уровня медицинского прибора оценивается как:

$$W = 0,6X + 0,2Y + 0,2Z.$$

На следующем шаге декомпозиции в каждой из трех групп выделяются единичные показатели качества и технического уровня. Так, для блока «основных показателей назначения» выделяют:

- 1.1. Степень очистки  $X(1)$ .
- 1.2. Время очистки  $X(2)$ .
- 1.3. Массу субстрата  $X(3)$ .
- 1.4. Вероятность повреждения здоровых клеток  $X(4)$ .

Им также приписывают весовые коэффициенты 0,44, 0,09, 0,18, 0,29 соответственно (сумма весовых коэффициентов равна 1). Поэтому оценка по основным показателям назначения вычисляется как:

$$X = 0,44X(1) + 0,09X(2) + 0,18X(3) + 0,29X(4).$$

Для блока «экономические условия потребления» выделяют два единичных показателя:

- 2.1. Методы сепарации  $Y(1)$ .
- 2.2. Патентная чистота  $Y(2)$ .

Им также приписывают весовые коэффициенты 0,74 и 0,26 соответственно (сумма весовых коэффициентов равна 1). Поэтому оценка по экономическим условиям потребления вычисляется как:

$$Y = 0,74Y(1) + 0,26Y(2).$$

Для блока «условия обслуживания» выделяют три единичных показателя:

- 3.1. Режим работы  $Z(1)$ .
- 3.2. Эргономика  $Z(2)$ .
- 3.3. Надежность  $Z(3)$ .

Им также приписывают весовые коэффициенты 0,55, 0,14 и 0,31 соответственно (сумма весовых коэффициентов равна 1). Поэтому оценка по блоку «условия обслуживания» вычисляется как:

$$Z = 0,55Z(1) + 0,14Z(2) + 0,31Z(3).$$

Таким образом, описан алгоритм декомпозиции в задаче принятия решения относительно оценки эффективности медицинского прибора. Для вычисления обобщенного показателя качества и технического уровня необходимо получить оценки девяти единичных показателей. Обычно это делают с привлечением экспертов, сопоставляющих разрабатываемый прибор с отечественными и зарубежными аналогами. Применение подобных показателей продемонстрировано в подразд. 3.1.4 на примерах сумм баллов и взвешенных сумм баллов. Однако только здесь показано, как могут обоснованно строиться системы факторов на основе идеи декомпозиции.

Для нахождения весовых коэффициентов обычно используют оценки экспертов (см. гл. 3.4). При этом для каждой группы показателей, а также при присвоении весов группам на верхнем уровне декомпозиции могут применяться свои экспертные процедуры и опрашиваться свои эксперты. Это важное преимущество рассматриваемой процедуры обеспечивается тем, что сумма весовых коэффициентов каждый раз равняется 1.

Дело в том, что из приведенных выше соотношений следует, что для вычисления обобщенного показателя качества и технического уровня можно использовать непосредственно оценки единичных показателей:

$$\begin{aligned} W &= 0,6X + 0,2Y + 0,2Z = 0,6 (0,44X(1) + 0,09X(2) + 0,18X(3) + 0,29X(4)) + \\ &+ 0,2 (0,74Y(1) + 0,26Y(2)) + 0,2 (0,55Z(1) + 0,14Z(2) + 0,31Z(3)) = \\ &= 0,264X(1) + 0,054X(2) + 0,108 X(3) + 0,174X(4) + \\ &+ 0,148Y(1) + 0,052Y(2) + 0,11Z(1) + 0,028Z(2) + 0,062(3). \end{aligned}$$

Сумма итоговых девяти весовых коэффициентов, естественно, равна 1, поскольку так построена схема декомпозиции.

С первого взгляда может показаться рациональной оценка этих девяти коэффициентов непосредственно (с помощью экспертов). В гл. 3.4 критикуется такое предложение. Из сказанного выше также ясно, что пошаговый метод декомпозиции дает возможность более точно сопоставить весовые коэффициенты (отдельно внутри групп, отдельно группы между собой), чем это можно сделать при объединении всех единичных показателей вместе.

Рассмотренные выше способы усреднения значений единичных показателей — это фактически применение средних взвешенных арифметических для значений единичных показателей. Целесообразно обратить внимание на возможность применения иных видов средних величин, а также на подходы

и результаты теории измерений, позволяющие выбирать наиболее адекватные виды средних величин в соответствии с используемыми шкалами измерения (см. гл. 3.4).

В теории и практике принятия решений накоплено большое число различных методов подготовки и принятия решений, как относительно простых, так и основанных на изощренной математической технике. В дальнейших главах мы подробно рассмотрим методы принятия решений, основанных на оптимизационных, вероятностно-статистических и экспертных методах, а также познакомимся с подходами к моделированию процессов управления.

### 3.1.6. Принятие решений в условиях инфляции

Под инфляцией понимаем рост (изменение) цен [7]. При анализе экономических процессов, протяженных во времени, необходимо переходить к сопоставимым ценам. Это невозможно сделать без расчета индекса роста цен, т.е. индекса инфляции. Проблема состоит в том, что цены на разные товары растут с различной скоростью, и необходимо эти скорости усреднять.

Рассмотрим конкретного покупателя товаров и услуг, т.е. конкретного экономического субъекта: физическое лицо, домохозяйство или фирму. Он покупает не один товар, а много. Обозначим через  $n$  количество типов товаров или услуг (далее кратко — товаров), которые он хочет и может купить. Пусть:

$$Q_i = Q_i(t), i = 1, 2, \dots, n,$$

объемы покупок этих товаров в момент времени  $t$  по ценам:

$$r_i = r_i(t), i = 1, 2, \dots, n$$

(имеется в виду цена за единицу измерения соответствующего товара, например за штуку или килограмм).

Подход к измерению роста цен основан на выборе и фиксации потребительской корзины  $(Q_1(t), Q_2(t), \dots, Q_n(t))$ , не меняющейся со временем, т.е.  $(Q_1(t), Q_2(t), \dots, Q_n(t)) \equiv (Q_1, Q_2, \dots, Q_n)$ . Затем необходимо сравнить стоимости потребительской корзины  $(Q_1, Q_2, \dots, Q_n)$  в старых  $r_i(t_1), i=1, 2, \dots, n$  и новых  $r_i(t_2), i=1, 2, \dots, n$  ценах.

**Определение.** Индексом инфляции называется:

$$I(t_1, t_2) = \frac{\sum_{1 \leq i \leq n} r_i(t_2) Q_i}{\sum_{1 \leq i \leq n} r_i(t_1) Q_i}.$$



Таким образом, каждой потребительской корзине соответствует свой индекс инфляции. Однако согласно теореме сложения для индекса инфляции [7] он является средним взвешенным арифметическим роста цен на отдельные товары. В связи с этим индексы инфляции, рассчитанные по разным достаточно обширным и представительным потребительским корзинам, достаточно близки между собой (см. конкретные данные в [7, 18]).

Институт высоких статистических технологий и эконометрики (ИВСТЭ) использовал для измерения инфляции минимальную потребительскую корзину физиологически необходимых продовольственных товаров [7]. Она была разработана на основе исходных данных Института питания Российской академии медицинских наук (РАМН). Данные о динамике индекса инфляции приведены в табл. 3.7.

Таблица 3.7

**Стоимость потребительской корзины ИВСТЭ  
и индекс инфляции**

№ п/п	Дата снятия цен $t$	Стоимость потребительской корзины $S(t)$ (руб.) в месяц	Индекс инфляции $I(31.03.91; t)$
1.	31.03.1991	26,60	1,00
2.	14.08.1993	17 691,00	665,08
3.	15.11.1993	28 050,00	1 054,51
4.	14.03.1994	40 883,00	1 536,95
5.	14.04.1994	44 441,00	1 670,71
6.	28.04.1994	47 778,00	1 796,17
7.	26.05.1994	52 600,00	1 977,44
8.	08.09.1994	58 614,00	2 203,53
9.	06.10.1994	55 358,00	2 081,13
10.	10.11.1994	72 867,00	2 739,36
11.	01.12.1994	78 955,00	2 968,23
12.	29.12.1994	97 897,00	3 680,34
13.	02.02.1995	129 165,00	4 855,83
14.	02.03.1995	151 375,00	5 690,79
15.	30.03.1995	160 817,00	6 045,75
16.	27.04.1995	159 780,00	6 006,77
17.	01.06.1995	167 590,00	6 300,38
18.	29.06.1995	170 721,00	6 418,08
19.	27.07.1995	175 499,00	6 597,71
20.	31.08.1995	173 676,00	6 529,17

№ п/п	Дата снятия цен $t$	Стоимость потребительской корзины $S(t)$ (руб.) в месяц	Индекс инфляции $I(31.03.91; t)$
21.	28.09.1995	217 542,00	8 178,27
22.	26.10.1995	243 479,00	9 153,35
23.	30.11.1995	222 417,00	8 361,54
24.	28.12.1995	265 716,00	9 989,32
25.	01.02.1996	287 472,55	10 807,24
26.	05.03.1996	297 958,00	11 201,43
27.	05.04.1996	304 033,44	11 429,83
28.	08.05.1996	305 809,55	11 496,60
29.	05.06.1996	302 381,69	11 367,73
30.	03.07.1996	306 065,21	11 506,21
31.	03.08.1996	308 963,42	11 615,17
32.	07.09.1996	288 835,07	10 858,46
33.	01.10.1996	278 235,35	10 459,98
34.	05.11.1996	287 094,77	10 793,04
35.	04.12.1996	298 024,76	11 203,94
36.	03.01.1997	314 287,16	11 815,31
37.	04.02.1997	334 738,24	12 584,14
38.	04.01.1998	345,72	12,997
39.	03.01.1999	630,07	20,395
40.	05.01.2000	737,80	27,737
41.	03.01.2001	886,84	33,340
42.	03.01.2002	1 051,79	39,541
43.	03.01.2003	1 210,62	45,512
44.	03.01.2004	1 355,91	50,974
45.	14.05.2004	1 369,10	51,470
46.	11.01.2005	1 463,98	55,037
47.	10.01.2006	1 525,62	57,354
48.	26.11.2006	1 571,26	59,070
49.	10.01.2007	1 580,89	59,432
50.	02.07.07	1 644,38	61,819
51.	03.01.2008	1 891,04	71,092
52.	03.07.2008	2 286,54	85,960
53.	10.01.2009	2 458,03	92,407
54.	02.07.2009	2 682,08	100,83
55.	11.01.2010	2 833,04	106,48
56.	01.07.2010	2 954,86	111,07
57.	11.01.2011	3 082,35	115,85
58.	01.07.2011	3 267,29	122,80
59.	11.01.2012	3 496,00	131,40
60.	01.07.2012	3 740,72	141,91

№ п/п	Дата снятия цен $t$	Стоимость потребительской корзины $S(t)$ (руб.) в месяц	Индекс инфляции $I(31.03.91; t)$
61.	11.01.2013	4 227,01	160,36
62.	01.07.2013	4 507,77	170,79
63.	11.01.2014	4 776,53	181,20
64.	01.07.2014	5 206,42	197,51
65.	11.01.2015	5 349,77	202,94
66.	01.07.2015	5 681,46	215,52
67.	11.01.2016	6 039,82	229,12
68.	01.07.2016	6 291,41	238,28
69.	01.01.2017	6 731,81	254,96
70.	01.07.2017	6 799,13	257,51
71.	01.01.2018	6 867,12	260,08
72.	01.07.2018	7 004,46	265,29
73.	01.01.2019	7 144,55	270,59
74.	01.01.2020	7 358,89	278,71
75.	01.01.2021	7 719,47	292,37
76.	01.01.2022	8 367,13	316,90
77.	01.01.2023	9 366,17	352,74

*Примечания.* Учитывается проведенная 01.01.1998 деноминация рубля. Стоимость потребительской корзины приводится без включения группы «прочие» (6 % от стоимости основной части корзины).

**Использование индекса инфляции в экономических расчетах при принятии решений.** Хорошо известно, что стоимость денежных единиц со временем меняется. Например, на один доллар США полвека назад можно было купить примерно в восемь раз больше материальных ценностей (например, продовольствия), чем сейчас (см. таблицу пересчета в учебнике [19]), а если сравнивать с временами Тома Сойера — по крайней мере в 100 раз больше. Стоимость денежных единиц с течением времени, как правило, падает. Этому есть две основные причины — банковский процент и инфляция. В экономике есть инструменты для учета изменения стоимости денежных единиц с течением времени. Один из наиболее известных — расчет NPV (Net Present Value) — чистой текущей стоимости. Однако бухгалтерский учет и построенный на данных баланса предприятия экономический анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия пока что, как правило, игнорируют сам факт наличия инфляции. Обсудим некоторые возможности использования индекса инфляции в экономических расчетах в процессе подготовки и принятия решений.

**Переход к сопоставимым ценам.** Индекс инфляции даст возможность перехода к сопоставимым ценам, расходам, доходам и другим экономическим величинам. (Будем рассматривать давно прошедшие времена, чтобы избежать ненужных ассоциаций с современным положением дел в экономике и управлении.) Например, по данным табл. 3.7 индекс инфляции за 4 г. — с 14.03.1991 г. по 16.03.1995 г. — составил 5 936. Это означает, что покупательной способности 1 руб. марта 1991 г. соответствует примерно 6 000 (а точнее 5 936) руб. марта 1995 г.

Рассмотрим приведение доходов к неизменным ценам. Пусть Иван Иванович Иванов получал в 1990 г. 300 руб. в месяц, а в мае 1995 г. — 1 млн руб. в месяц. Увеличились его доходы или уменьшились?

Номинальная заработная плата выросла в  $1\,000\,000/300 = 3\,333$  раза. Однако индекс инфляции на 18 мая 1995 г. составлял 7 080. Это значит, что 1 руб. 1990 г. соответствовал по покупательной способности 7 080 руб. в ценах на 18.05.1995 г. Следовательно, в ценах 1990 г. доход И.И. Иванова составлял  $1\,000\,000/7\,080 = 142$  руб. 24 коп., т.е. 47,4 % от дохода в 1990 г.

Можно поступить наоборот, привести доход 1990 г. к ценам на 18 мая 1995 г. (как говорят, проиндексировать его). Для этого достаточно умножить его на индекс инфляции: доход 1990 г. соответствует  $300 \times 7\,080 = 2$  млн 124 тыс. руб. в ценах мая 1995 г.

**Средняя зарплата.** По данным Госкомстата РФ, средняя заработная плата составляла в 1990 г. 297 руб., в октябре 1993 г. — 93 тыс. руб., в январе 1995 г. — 303 тыс. руб. Поскольку зарплата тратится в основном в следующем месяце после получки, то рассмотрим индексы инфляции на 15.11.1993 г. и 02.02.1995 г., равные 1 045 и 4 811 соответственно. В ценах 1990 г. средняя зарплата составила 89 руб. и 62 руб. 98 коп. соответственно, т.е. 30 % и 21,2 % от зарплаты 1990 г.

Средняя зарплата рассчитывается путем деления фонда оплаты труда на число работников. При этом объединяются доходы и низкооплачиваемых, и сравнительно высокооплачиваемых. Известно, что распределение доходов резко асимметрично, большому числу низкооплачиваемых работников соответствует малое число лиц с высокими доходами. За 1991–1995-е гг. дифференциация доходов резко увеличилась. Это означает, что доходы основной массы трудящихся сдвинулись влево относительно средней зарплаты. По нашей оценке, 50 % получают не более 70 % от средней зарплаты, т.е. не более 212 100 руб. по состоянию на январь 1995 г., а наиболее массовой является оплата в 50 % от средней, т.е. около 150 тыс. руб. в месяц.

Доходы отдельных слоев трудящихся снизились еще существеннее. Зарплата профессора Московского государственного института электроники и математики (технического университета) составляла в марте 1994 г. 42 руб. 92 коп. (в ценах 1990 г.), в июле 1995 г. — 43 руб. 01 коп., т.е. с 1990 г. (400 руб.) снизилась в 9,3 раза, дошла до уровня прежней студенческой стипендии. Студенческие стипендии снизились примерно в той же пропорции и составляли 4–5 руб. в ценах 1990 г.

Кроме того, необходимо учесть, что Госкомстат (ныне — Росстат) учитывает начисленную зарплату, а не выплаченную. В отдельные периоды отечественной истории выплата заработной платы откладывалась надолго.

**Минимальная зарплата и прожиточный минимум.** Минимальная зарплата в сентябре 1994 г. (22 500 руб.) и в мае 1995 г. (43 700 руб.) составляла 38 % и 23,4 % соответственно от стоимости минимальной физиологически необходимой продовольственной корзины. После подъема до 55 тыс. руб. она в сентябре 1995 г. составляла около 26,34 % от стоимости корзины, т.е. реально уменьшилась в 1,44 раза по сравнению с сентябрем 1994 г. В дальнейшем уменьшение стало еще более заметным.

Минимальная зарплата вместе с единой тарифной сеткой во многом определяла зарплату работников бюджетной сферы. Учитывая снижение коэффициентов тарифной сетки, проведенное весной 1995 г., снижение в 1,5 раза покупательной способности минимальной зарплаты, необходимо заключить, что в сентябре 1995 г. доход бюджетников в 2 раза меньше, чем год назад.

Оценим прожиточный минимум. Бюджетные обследования 1990 г. показали, что для лиц с низкими доходами расходы на продовольствие составляют около 50 % всех расходов, т.е. на промтовары и услуги идет около 50 % доходов. Это соотношение подтвердило и проведенное ИВСТЭ бюджетное обследование конца 1995 г. Исходя из него, среднедушевой прожиточный минимум можно оценить, умножая на 2,0 стоимость минимальной продовольственной корзины ИВСТЭ. Например, на 1 сентября 1995 г. — 418 220 руб., т.е. прожиточный уровень для семьи из трех человек — муж, жена и ребенок — должен был на 1 сентября 1995 г. составлять 1,25 млн руб. (в месяц). Например, муж должен получать 800 тыс. руб., жена — 450 тыс. руб. в месяц. Очевидно, доходы большинства трудящихся меньше прожиточного уровня.

Численные значения стоимостей потребительских корзин и индексов инфляции рассчитаны ИВСТЭ в основном по ценам на продукты в Москве и Подмосковье. Однако для других регионов численные значения отличаются мало. Для Москвы индекс инфляции на 01.09.1995 г. — 7 759, а для Иванова

на 01.08.1995 г. — 7 542. Поскольку потребительская корзина на 14.03.1991 г. в Иванове была на 95 коп. дешевле, то и на 01.08.1995 г. она несколько дешевле — 195 337 руб., а прожиточный минимум равен 390 673 руб. Приведенные выше численные значения для Москвы в качестве первого приближения можно использовать для различных регионов России.

Индексы инфляции с помощью описанной выше методики можно рассчитать для любого региона, профессиональной или социальной группы, отдельного предприятия или даже конкретной семьи. Эти значения могут быть эффективно использованы на трехсторонних переговорах между профсоюзами, работодателями и представителями государства.

**Проценты по вкладам в банке, плата за кредит и инфляция.** Рассмотрим банк, честно выполняющий свои обязательства. Пусть он дает 10 % в месяц по депозитным вкладам. Тогда 1 руб., положенный в банк, через месяц превращается в 1,10 руб., а через 2 — по формуле сложных процентов — в  $1,1^2 = 1,21$  руб., ..., через год — в  $1,1^{12} = 3,14$  руб. Однако за год росли не только вклады, но и цены. Например, с 19.05.1994 г. по 18.05.1995 г. индекс инфляции составил 3,73. Значит, в ценах на момент оформления вкладов итог годового хранения равен  $3,14/3,73 = 0,84$  руб. Хранение оказалось невыгодным — реальная стоимость вклада уменьшилась на 16 %, несмотря на, казалось бы, очень выгодные условия банка.

Пусть фирма получила кредит под 200 % годовых. Значит, вместо 1 руб., полученного в настоящий момент в кредит, через год ей надо отдать 3 руб. Пусть она взяла кредит 19.05.1994 г., а отдает 18.05.1995 г. Тогда в ценах на момент взятия кредита она отдает  $3/3,73 = 0,80$  руб. за 1 руб. кредита. Таким образом, кредит превратился в подарок — возвращать надо на 20 % меньше, чем получил, реальная ставка кредита отрицательна, она равна (-20) %! Такова была типичная ситуация в России в течение ряда лет начиная с 1992 г., особенно в 1992–1994 гг. Но бесплатных подарков в бизнесе не бывает — за них надо платить по другим каналам, как правило, криминальным.

**Сколько стоит доллар?** В июле 1995 г. индекс инфляции — около 7 000, а курс доллара США — около 4 500 руб. за доллар. Следовательно, доллар США стоит  $4500 / 7000 = 0,64$  руб. в ценах 1990 г., т.е. примерно соответствует официальному обменному курсу в 1980-х гг. В сентябре 1994 г. курс доллара был около 2 000, а индекс инфляции — около 2 200, т.е. доллар стоил около 0,90 руб. в ценах 1990 г. Реальная покупательная способность доллара с сентября 1994 г. по июль 1995 г. упала за 10 месяцев в 1,42 раза.

В середине 2003 г. курс доллара был несколько больше 30 руб. (30 руб. 38 коп.), индекс инфляции составлял 52,56, следовательно, 1 долл. США по своей покупательной способности в России июля 2003 г. соответствовал 58 коп. начала 1991 г.

На 6 апреля 2023 г. курс доллара — 80,72 руб., индекс инфляции равен 352,74 (на начало года — см. табл. 3.7), следовательно, покупательная способность доллара —  $80,72/352,74 = 0,229$  руб. (т.е. 23 коп.) начала 1991 г.

**Инфляция, показатели работы предприятия и ВВП.** Индексы инфляции используются для пересчета номинальных цен в неизменные (сопоставимые). Другими словами, для приведения доходов и расходов к ценам определенного момента времени. Потребительские корзины для промышленных предприятий, конечно, должны включать промышленные товары, а потому отличаться от потребительских корзин, ориентированных для изучения жизненного уровня.

Сколько стоит предприятие? Важно оценить основные фонды. Для этого нужно взять их стоимость в определенный момент времени и умножить на индекс инфляции (и учесть амортизационные отчисления).

Валовой внутренний продукт, валовой национальный продукт и другие характеристики экономического положения страны рассчитываются в текущих ценах. Для перехода к неизменным ценам, грубо говоря, надо поделить на индекс инфляции (т.е. умножить на дефлятор).

**Проблема учета инфляции при экономическом анализе финансово-хозяйственной деятельности предприятия.** Как известно, разработана и широко применяется развернутая система коэффициентов, используемых при экономическом анализе финансово-хозяйственной деятельности предприятия [20]. Она основана на данных бухгалтерского баланса, естественно, опирается на два столбца баланса — данные на «начало периода» и данные на «конец периода». Записывают в эти столбцы номинальные значения. В настоящее время инфляцию полностью игнорируют. Это приводит к искажению реального положения предприятия. Денежные средства преувеличиваются, а реальная стоимость основных фондов занижается. По официальной отчетности предприятие может считаться получившим хорошую прибыль, а по существу — не иметь средств для продолжения деятельности.

Ясно, что учитывать инфляцию надо. Вопрос в другом — как именно. Потребительская корзина должна, видимо, состоять из тех товаров и услуг, которые предприятие покупает. Стоимость основных фондов может не убывать в соответствии с амортизацией, а возрастать согласно отраслевому темпу

инфляции и т.д. Здесь мы только обсуждаем проблему, не пытаясь ее полностью решить. Отметим, что рассматриваемая проблема может быть решена путем привлечения подходов контроллинга к принятию решений (см. гл. 3.6).

### **3.1.7. Современный этап развития теории принятия решений**

Теория принятия решений — быстроразвивающаяся наука. Задачи, которыми она занимается, порождены практикой управленческих решений на различных уровнях — от отдельного подразделения или малого предприятия до государств и международных организаций. Рассмотрим только несколько подходов, методов, проблем, активно обсуждающихся на современном этапе развития теории принятия решений. Это системный подход, современные методы принятия решений, проблема горизонта планирования и контроллинг.

**Системный подход при принятии решений.** При обсуждении проблем принятия решений часто говорят о системном подходе, системе, системном анализе. Речь идет о том, что надо рассматривать проблему в целом, а не «выдергивать» для обсуждения какую-нибудь одну черту, хотя и важную. Так, при массовом жилищном строительстве можно «выдернуть» черту — стоимость квадратного метра в доме. Тогда наиболее дешевые дома — пятиэтажки. Если же взглянуть системно, учесть стоимость транспортных и инженерных коммуникаций (подводящих электроэнергию, воду, тепло и др.), то оптимальное решение уже другое — девятиэтажные дома.

Так, например, менеджер банка, отвечающий за распространение пластиковых карт, может сосредоточиться на рекламе. Между тем ему от системы «банк — владельцы карт» лучше перейти к системе «банк — руководители организаций — владельцы карт». Договоренность с руководителем учреждения, давшим в итоге приказ выплачивать заработную плату с помощью пластиковых карт, даст нашему менеджеру гораздо больший прирост численности владельцев карт, чем постоянная дорогая реклама. Его ошибка состояла в неправильном выделении системы, с которой он должен работать.

Менеджер банка будет не прав, оценивая работу подразделений банка в текущих рублях. Обязательно надо учитывать инфляцию. Иначе мы сталкиваемся с парадоксальными явлениями, когда реальная ставка платы за кредит отрицательна; или же рублевый оборот растет, банк якобы процветает, а после перехода к сопоставимым ценам путем деления на индекс инфляции становится ясно, что дела банка плохи.



Обратим внимание на постоянный конфликт между интересами промышленного предприятия и банка. Банкир стремится возможно дороже продать свои услуги по безналичному денежному обороту. Например, берет 3 % комиссионных с каждого перечисления и десятки процентов годовых за кредиты. Менеджмент предприятия вынужден повышать цены. Результат очевиден — снижение конкурентоспособности. Научный подход к разрешению конфликта — теория игр.

Различных определений понятия «система» десятки. Общим в них является то, что о системе говорят как о множестве, между элементами которого имеются связи. Целостность системы и ее «отделенность» от окружающего мира обеспечиваются тем, что взаимосвязи внутри системы существенно сильнее, чем связь какого-либо ее элемента с любым элементом, лежащим вне системы. По определению действительного члена Российской академии наук Н.Н. Моисеева: «Системный анализ — это дисциплина, занимающаяся проблемами принятия решений в условиях, когда выбор альтернативы требует анализа сложной информации различной физической природы» [21].

**Современные методы принятия решений.** Кроме упомянутых или кратко рассмотренных выше методов, прежде всего экспертных, при принятии решений применяют весь арсенал методов современной прикладной математики (в том числе методов прикладной статистики [22]). Они используются для оценки ситуации и прогнозирования при выборе целей, для генерирования множества возможных вариантов решений и выбора из них наилучшего.

Прежде всего надо назвать всевозможные методы оптимизации (математического программирования) — см. гл. 3.2. Для борьбы с многокритериальностью используют различные методы свертки критериев, а также интерактивные компьютерные системы, позволяющие выработать решение в процессе диалога человека и ЭВМ. Применяют имитационное моделирование, базирующееся на компьютерных системах, отвечающих на вопрос «Что будет, если...?», метод статистических испытаний (Монте-Карло), модели надежности и массового обслуживания. Часто необходимы статистические (эконометрические) методы, в частности методы выборочных обследований. При принятии решений применяют как вероятностно-статистические модели, так и методы анализа данных.

Особого внимания заслуживают проблемы неопределенности и риска, связанных как с природой, так и с поведением людей. Разработаны различные способы описания неопределенностей: вероятностные модели, теория нечет-

кости, интервальная математика. Для описания конфликтов (конкуренции) полезна теория игр. Для структуризации рисков используют деревья причин и последствий (диаграммы типа «рыбий скелет», они же — диаграммы Исикава или Ишикава, по фамилии японского исследователя, впервые их использовавшего). Менеджеру важно учитывать постоянные и аварийные экологические риски. Плата за риск и различные формы страхования также постоянно должна быть в его поле зрения.

**Проблема горизонта планирования.** Во многих ситуациях продолжительность проекта не определена либо горизонт планирования инвестора не охватывает всю продолжительность реализации проекта до этапа утилизации. В таких случаях необходимо изучить влияние горизонта планирования на принимаемые решения. Это особенно важно для стратегического менеджмента (гл. 1.4).

**Контроллинг.** Как уже отмечалось, в последние годы все большую популярность получает контроллинг — современная концепция системного управления организацией, в основе которой лежит стремление обеспечить ее долгосрочное эффективное существование [16, 17]. Контроллинг — это информационно-аналитическая поддержка принятия решений на предприятии (в организации). Контроллинг рассматривается в гл. 3.6.

В конкретных прикладных работах успех достигается при комбинированном применении различных методов. Для подготовки решений создаются аналитические центры и «ситуационные комнаты», позволяющие соединять человеческую интуицию и компьютерные расчеты. Все шире используются информационные технологии поддержки принятия решений, прежде всего в контроллинге.

Современным методам теории принятия решений и экспертных оценок посвящен обзор [23]. Обратим внимание на процедуры и методы сравнительного анализа голосования в малых группах [24]. Теории и методам разработки и принятия управленческих решений посвящены учебник и учебные пособия [25–27]. В качестве примера практического применения укажем на работу [28], в которой дается оценка эффективности управленческих решений в автоматизированной системе прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий.

### Список использованной литературы

1. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.
2. Кремлев А.Г. Основные понятия теории игр : учебное пособие. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 144 с.
3. Захаров А.В. Теория игр в общественных науках : учебник для вузов. — Москва : Высшая школа экономики, 2015. — 304 с.
4. Лабскер Л.Г., Яценко Н.А. Теория игр в экономике (практикум с решениями задач). — Москва : КНОРУС, 2018. — 259 с.
5. Пиндайк Р., Рабинфельд Д. Микроэкономика / перевод с английского. — Санкт-Петербург : Питер, 2011. — 608 с.
6. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. — Москва : Наука, 1978. — 352 с.
7. Орлов А.И. Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.
8. Орлов А.И. Сертификация и статистические методы // Заводская лаборатория. — 1997. — № 3. — С. 55–62.
9. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование и искусственный интеллект в цифровой экономике (на примере управления качеством) // Научный журнал КубГАУ. — 2021. — № 169. — С. 216–242.
10. Орлов А.И. Искусственный интеллект: экспертные оценки : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 436 с.
11. Орлов А.И. Экспертные оценки : учебное пособие. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 57 с.
12. Орлов А.А., Орлов А.И. Методы развития интуиции для принятия управленческих решений // Инновации в менеджменте. — 2022. — № 2 (32). — С. 40–47.
13. Науман Э. Принять решение — но как? / перевод с немецкого. — Москва : Мир, 1987. — 198 с.
14. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. — Москва : Патент, 1996. — 271 с.
15. Литвак Б.Г. Разработка управленческого решения : учебник. — Москва : Дело, 2001. — 392 с.
16. Карминский А.М., Фалько С.Г., Жевага А.А. и др. Контроллинг : учебник. — 3-е изд., дораб. — Москва : Инфра-М, 2013. — 336 с.

17. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга / перевод с немецкого. — Москва : Финансы и статистика, 1997. — 800 с.
18. Орлов А.И. Эконометрика : учебник для вузов. — 4-е изд., доп. и перераб. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. — 572 с.
19. Макконнелл К.Р., Брю С.Л. Экономикс: принципы, проблемы и политика : в 2 томах / перевод с английского 11-го изд. — Москва : Республика, 1992. — 974 с.
20. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа. — Москва : Финансы и статистика, 2000. — 416 с.
21. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. — Москва : Наука, 1981. — 488 с.
22. Орлов, А.И. Прикладной статистический анализ : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 812 с.
23. Орлов А.И. О развитии теории принятия решений и экспертных оценок // Научный журнал КубГАУ. — 2021. — № 167. — С. 177–198.
24. Вольский В.И., Лезина З.М. Голосование в малых группах. Процедуры и методы сравнительного анализа. — Москва : Наука, 1991. — 192 с.
25. Орлов А.И. Методы принятия управленческих решений : учебник. — Москва : КНОРУС, 2018. — 286 с.
26. Орлов А.И. Теория принятия решений : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.
27. Орлов А.И. Основы теории принятия решений : учебное пособие. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 66 с.
28. Хрусталева С.А., Орлов А.И., Шаров В.Д. Оценка эффективности управленческих решений в автоматизированной системе прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2012. — № 4 (2). — С. 535–539.

### **Контрольные вопросы и задачи**

1. Какой из критериев принятия решения, высказанных на заседании Думы Загорья Воробьевым, Лебедевым, Чибисовым и Куликовым, представляется Вам наиболее естественным? Как бы Вы сами поступили на месте Думы Загорья?
2. Какой образец мотоцикла запустить в серию? Исходные данные для принятия решения приведены в табл. 3.8. Разберите четыре критерия принятия решения: пессимистичный, оптимистичный, средней прибыли, минимальной упущенной выгоды.

**Прибыль фирмы при различном выборе образца мотоцикла  
для запуска в серию (млн руб.)**

<b>Цена бензина</b>	<b>Мотоцикл «Витязь»</b>	<b>Мотоцикл «Комар»</b>
Низкая (20 %)	900	700
Средняя (60 %)	700	600
Высокая (20 %)	100	400

3. Проанализируйте утверждение «Добиться максимум прибыли при минимуме затрат». Как можно избавиться от его противоречивости? Предложите как можно больше способов.

4. Целесообразно ли, на Ваш взгляд, купить 1 000 билетов лотереи с целью разбогатеть?

5. Имеет ли точный смысл утверждение «Цель работы фирмы — максимизация прибыли»?

6. Проведите первичную формализацию описания ситуации при гипотетическом переходе на новую работу.

7. Как бы Вы расставили баллы на месте Тани Кузнецовой при принятии решения о выборе места работы?

8. Проведите декомпозицию задачи принятия решения при гипотетическом переходе на новую работу.

9. Почему метод декомпозиции является весьма полезным при решении многих задач принятия решений?

10. Расскажите о динамике индекса инфляции в России.

***Темы докладов, рефератов, исследовательских работ***

1. Роль матрицы портфеля Бостонской консалтинговой группы при принятии управленческих решений.

2. Введите веса факторов (исходя из своей индивидуальной экспертной оценки) и на основе данных табл. 3.4 разд. 3.1.4 решите задачу Тани Кузнецовой об упорядочении по привлекательности возможных мест работы.

3. Возможные ошибочные управленческие решения на основе распространенных предрассудков.

4. Классификация постановок задач декомпозиции в теории и практике принятия решений.

5. Использование весовых коэффициентов в задачах принятия решений.
6. Проблема агрегирования значений единичных показателей при принятии решений.
7. Теория конечных антагонистических игр и ее применение в экономике.
8. Теория статистических решений применительно к дискуссии на заседании Думы Загорья.
9. Различные методы организации голосования в малых группах (с использованием результатов научных исследований, приведенных в монографии [24]).
10. Применение нечетких множеств в теории принятия решений.
11. Теоремы умножения и сложения для индекса инфляции.
12. Экспериментальная работа: соберите данные о ценах и рассчитайте индекс инфляции для своего региона (данные о потребительской корзине ИВСТЭ и ценах на базовый момент времени приведены в [7]).
13. Учет инфляции при проведении анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия.
14. Проведите системный анализ конкретной хорошо знакомой Вам производственной ситуации и примените изученные Вами методы принятия решений для подготовки организационных или иных мероприятий в своей организации. Оформите работу в виде доклада вышестоящему руководителю или органу (например, совету директоров, правлению или собранию акционеров). Рекомендуемый объем — 10–20 с.

### 3.2. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

В настоящее время менеджер может использовать при разработке и принятии управленческих решений различные компьютерные и математические средства. Компьютеры держат в своей памяти массу информации, организованной с помощью баз данных и других программных продуктов, позволяющих оперативно ею пользоваться. Экономико-математические и эконометрические модели позволяют просчитывать последствия тех или иных решений, прогнозировать развитие событий. Методы экспертных оценок, о которых пойдет речь ниже, также весьма математизированы и используют компьютеры.

Наиболее часто используются оптимизационные модели принятия решений. Их общий вид таков:

$$F(X) \rightarrow \max,$$
$$X \in A.$$

Здесь  $X$  — параметр, который менеджер может выбирать (управляющий параметр). Он может иметь различную математическую природу — число, вектор, множество и т.п. Цель менеджера — максимизировать целевую функцию  $F(X)$ , выбрав соответствующий  $X$ . При этом он должен учитывать ограничения  $X \in A$  на возможные значения управляющего параметра  $X$  — тот должен лежать в множестве  $A$ . Ряд примеров оптимизационных задач менеджмента приведен ниже.

### 3.2.1. Линейное программирование

Среди оптимизационных задач менеджмента наиболее известны задачи линейного программирования, в которых максимизируемая функция  $F(X)$  является линейной, а ограничения  $A$  задаются линейными неравенствами. Начнем с примера.

**Производственная задача.** Цех может производить стулья и столы. На производство стула идет 5 единиц материала, на производство стола — 20 единиц (футов красного дерева). Стул требует 10 человеко-часов, стол — 15. Имеется 400 единиц материала и 450 человеко-часов. Прибыль при производстве стула — 45 долл. США, при производстве стола — 80 долл. США. Сколько надо сделать стульев и столов, чтобы получить максимальную прибыль?

Обозначим:  $X_1$  — число изготовленных стульев,  $X_2$  — число сделанных столов. Задача оптимизации имеет вид:

$$45X_1 + 80X_2 \rightarrow \max,$$

$$5X_1 + 20X_2 \leq 400,$$

$$10X_1 + 15X_2 \leq 450,$$

$$X_1 \geq 0,$$

$$X_2 \geq 0.$$

В первой строке выписана целевая функция — прибыль при выпуске  $X_1$  стульев и  $X_2$  столов. Ее требуется максимизировать, выбирая оптимальные значения переменных  $X_1$  и  $X_2$ . При этом должны быть выполнены ограничения по материалу (вторая строчка) — использовано не более 400 футов красного дерева, а также ограничения по труду (третья строчка) — затрачено не более 450 ч. Кроме того, нельзя забывать, что число столов и число стульев неотрицательны. Если  $X_1 = 0$ , то это значит, что стулья не выпускаются. Если же хоть один стул сделан, то  $X_1$  положительно. Но невозможно представить себе отрицательный выпуск —  $X_1$  не может быть отрицательным с экономической точки зрения, хотя с математической точки зрения такого ограничения усмотреть нельзя. В четвертой и пятой строчках задачи и констатируется, что переменные неотрицательны.

Условия производственной задачи можно изобразить на координатной плоскости. Будем по горизонтальной оси абсцисс откладывать значения  $X_1$ , а по вертикальной оси ординат — значения  $X_2$ . Тогда ограничения по материалу и последние две строчки оптимизационной задачи выделяют возможные значения  $(X_1, X_2)$  объемов выпуска в виде треугольника (рис. 3.2).

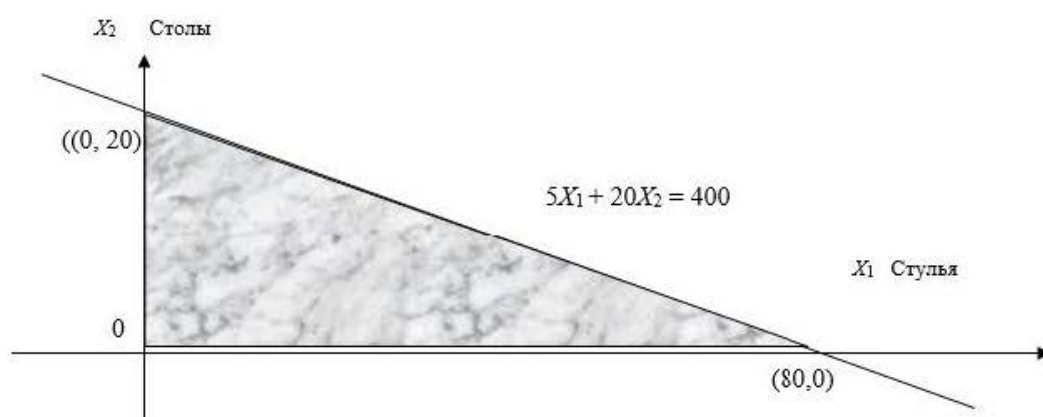


Рис. 3.2. Ограничения по материалу

Таким образом, ограничения по материалу изображаются в виде выпуклого многоугольника, конкретно треугольника. Этот треугольник получается путем отсечения от первого квадранта примыкающей к началу координат зоны. Отсечение проводится прямой, соответствующей второй строке исходной задачи, с заменой неравенства на равенство. Прямая пересекает ось  $X_1$ , соответствующую стульям, в точке  $(80, 0)$ . Это означает, что если весь материал пустить на изготовление стульев, то будет изготовлено 80 стульев. Та же прямая пересекает ось  $X_2$ , соответствующую столам, в точке  $(0, 20)$ . Это означает, что если весь материал пустить на изготовление столов, то будет изготовлено 20 столов. Для всех точек внутри треугольника выполнено строгое неравенство  $5X_1 + 20X_2 < 400$ , а не равенство — материал останется.

Аналогичным образом можно изобразить и ограничения по труду (рис. 3.3).

Таким образом, ограничения по труду, как и ограничения по материалу, изображаются в виде треугольника. Этот треугольник также получается путем отсечения от первого квадранта примыкающей к началу координат зоны. Отсечение проводится прямой, соответствующей третьей строке исходной задачи, с заменой неравенства на равенство. Прямая пересекает ось  $X_1$ , соответствующую стульям, в точке  $(45, 0)$ . Это означает, что если все трудовые ресурсы пустить на изготовление стульев, то будет сделано 45 стульев. Та же прямая пересекает ось  $X_2$ , соответствующую столам, в точке  $(0, 30)$ . Это



означает, что если всех рабочих поставить на изготовление столов, то будет сделано 30 столов. Для всех точек внутри треугольника выполнено строгое неравенство  $10X_1 + 15X_2 < 450$ , а не равенство — часть рабочих будет простаивать.

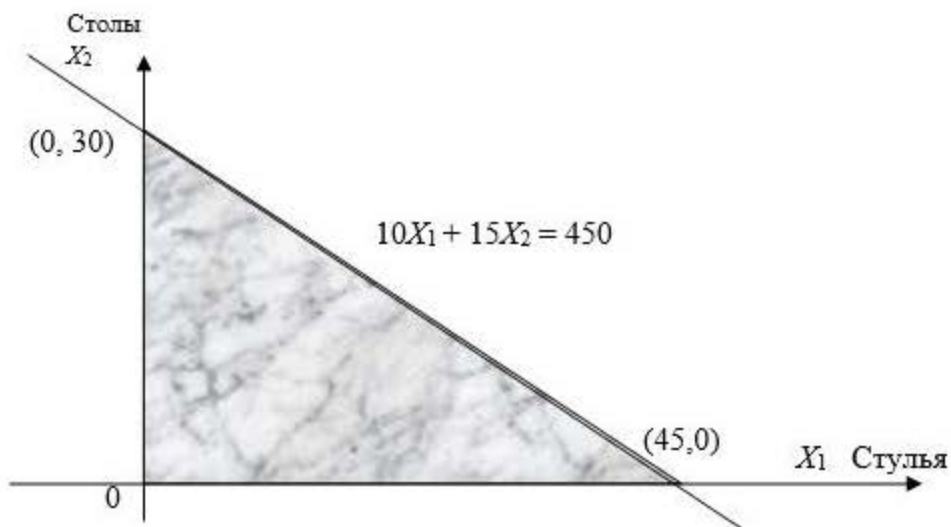


Рис. 3.3. Ограничения по труду

Мы видим, что очевидного решения нет — для изготовления 80 стульев есть материал, но не хватает рабочих рук, а для производства 30 столов есть рабочая сила, но нет материала. Значит, надо изготавливать и то, и другое. Но в каком соотношении?

Чтобы ответить на этот вопрос, надо «совместить» рис. 3.2 и рис. 3.3, получив область возможных решений, а затем проследить, какие значения принимает целевая функция на этом множестве (рис. 3.4).

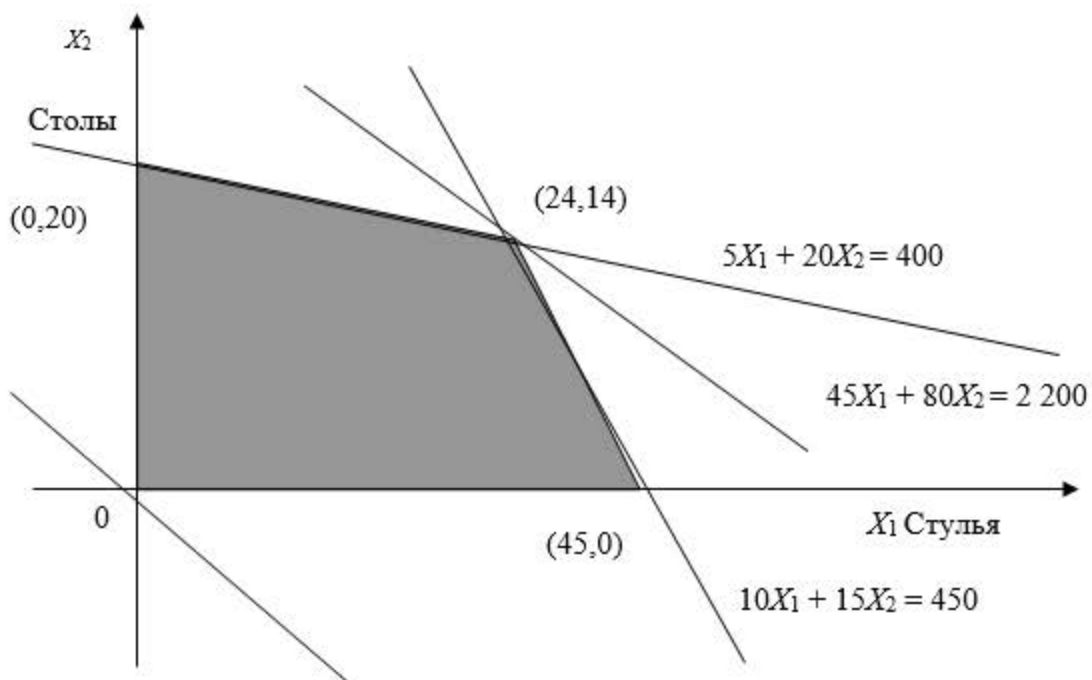


Рис. 3.4. Основная идея линейного программирования

Таким образом, множество возможных значений объемов выпуска стульев и столов  $(X_1, X_2)$ , или, в других терминах, множество  $A$ , задающее ограничения на параметр управления в общей оптимизационной задаче, представляет собой пересечение двух треугольников, т.е. выпуклый четырехугольник, показанный на рис. 3.4. Три его вершины очевидны — это  $(0, 0)$ ,  $(45, 0)$  и  $(0, 20)$ . Четвертая — это пересечение двух прямых — границ треугольников на рис. 3.2 и рис. 3.3, т.е. решение системы уравнений:

$$\begin{aligned} 5X_1 + 20X_2 &= 400, \\ 10X_1 + 15X_2 &= 450. \end{aligned}$$

Из первого уравнения:  $5X_1 = 400 - 20X_2$ ,  $X_1 = 80 - 4X_2$ . Подставляем во второе уравнение:

$$10(80 - 4X_2) + 15X_2 = 800 - 40X_2 + 15X_2 = 800 - 25X_2 = 450,$$

следовательно,  $25X_2 = 350$ ,  $X_2 = 14$ , откуда  $X_1 = 80 - 4 \times 14 = 80 - 56 = 24$ . Итак, четвертая вершина четырехугольника — это  $(24, 14)$ .

Надо найти максимум линейной функции на выпуклом многоугольнике. (В общем случае линейного программирования — максимум линейной функции на выпуклом многограннике, лежащем в конечномерном линейном пространстве.) Основная идея линейного программирования состоит в том, что максимум достигается в вершинах многоугольника. В общем случае — в одной вершине, и это единственная точка максимума. В частных — в двух, и тогда отрезок, их соединяющий, тоже состоит из точек максимума.

Целевая функция  $45X_1 + 80X_2$  принимает минимальное значение, равное 0, в вершине  $(0, 0)$ . При увеличении аргументов эта функция увеличивается. В вершине  $(24, 14)$  она принимает значение 2 200. При этом прямая  $45X_1 + 80X_2 = 2 200$  проходит между прямыми ограничений  $5X_1 + 20X_2 = 400$  и  $10X_1 + 15X_2 = 450$ , пересекаяющимися в той же точке. Отсюда, как и из непосредственной проверки двух оставшихся вершин, вытекает, что максимум целевой функции, равный 2 200, достигается в вершине  $(24, 14)$ .

Таким образом, оптимальный выпуск таков: 24 стула и 14 столов. При этом используются весь материал и все трудовые ресурсы, а прибыль равна 2 200 долл. США.

**Двойственная задача.** Каждой задаче линейного программирования соответствует так называемая двойственная задача. В ней по сравнению с исходной задачей строки переходят в столбцы, неравенства меняют знак, вместо

максимума ищется минимум (или, наоборот, вместо минимума — максимум). Задача, двойственная к двойственной, — это сама исходная задача. Сравним исходную задачу (слева) и двойственную к ней (справа):

$$\begin{array}{ll} 45X_1 + 80X_2 \rightarrow \max, & 400W_1 + 450W_2 \rightarrow \min, \\ 5X_1 + 20X_2 \leq 400, & 5W_1 + 10W_2 \geq 45, \\ 10X_1 + 15X_2 \leq 450, & 20W_1 + 15W_2 \geq 80, \\ X_1 \geq 0, & W_1 \geq 0, \\ X_2 \geq 0. & W_2 \geq 0. \end{array}$$

Почему двойственная задача столь важна? Можно доказать, что оптимальные значения целевых функций в исходной и двойственной задачах совпадают (т.е. максимум в исходной задаче совпадает с минимумом в двойственной). При этом оптимальные значения  $W_1$  и  $W_2$  показывают стоимость материала и труда соответственно, если их оценивать по вкладу в целевую функцию. Чтобы не путать с рыночными ценами этих факторов производства,  $W_1$  и  $W_2$  называют «объективно обусловленными оценками» сырья и рабочей силы.

### **Линейное программирование как научно-практическая дисциплина.**

Из всех задач оптимизации задачи линейного программирования выделяются тем, что в них ограничения — системы линейных неравенств или равенств. Ограничения задают выпуклые линейные многогранники в конечном линейном пространстве. Целевые функции также линейны.

Впервые такие задачи решались советским математиком Л.В. Канторовичем (1912–1986) в 1930-х гг. как задачи производственного менеджмента с целью оптимизации организации производства и производственных процессов, например процессов загрузки станков и раскройки листов материалов. После Второй мировой войны аналогичными задачами занялись в США. В 1975 г. Т. Купманс (1910–1985, родился в Нидерландах, работал в основном в США) и академик АН СССР Л.В. Канторович были награждены Нобелевской премией по экономике.

Рассмотрим несколько типовых задач линейного программирования (см. также [1, 2]).

**Задача о диете (упрощенный вариант).** Предположим, для определенности, что необходимо составить самый дешевый рацион питания цыплят, содержащий необходимое количество определенных питательных веществ (для простоты, тиамин  $T$  и ниацин  $N$ ).

Пищевая ценность рациона (в калориях) должна быть не менее заданной. Пусть для простоты смесь для цыплят изготавливается из двух продуктов —  $K$  и  $C$ . Известны содержание тиамина и ниацина в этих продуктах, а также питательная ценность  $K$  и  $C$  (в калориях). Сколько  $K$  и  $C$  надо взять для одной

порции куриного корма, чтобы цыплята получили необходимую им дозу веществ Н и Т и калорий (или больше), а стоимость порции была минимальна? Исходные данные для расчетов приведены в табл. 3.9.

Таблица 3.9

Исходные данные в задаче об оптимизации смеси

Категории	Содержание в 1 унции $K$	Содержание в 1 унции $C$	Потребность
Вещество Т	0,10 мг	0,25 мг	1,00 мг
Вещество Н	1,00 мг	0,25 мг	5,00 мг
Калории	110,00	120,00	400,00
Стоимость 1 унции, в центах	3,8	4,2	—

Задача линейного программирования имеет вид:

$$\begin{aligned}
 &3,8K + 4,2C \rightarrow \min, \\
 &0,10K + 0,25C \geq 1,00, \\
 &1,00K + 0,25C \geq 5,00, \\
 &110,00K + 120,00C \geq 400,00, \\
 &K \geq 0, \\
 &C \geq 0.
 \end{aligned}$$

Ее графическое решение представлено на рис. 3.5. Ради облегчения восприятия четыре прямые обозначены номерами (1)–(4). Прямая (1) — это прямая  $1,00K + 0,25C = 5,00$  (ограничение по веществу Н). Она проходит, как и показано на рисунке, через точки (5,0) на оси абсцисс и (0,20) на оси ординат. Обратите внимание, что допустимые значения параметров ( $K, C$ ) лежат выше прямой (1) или на ней, в отличие от ранее рассмотренных случаев в предыдущей производственной задаче линейного программирования.

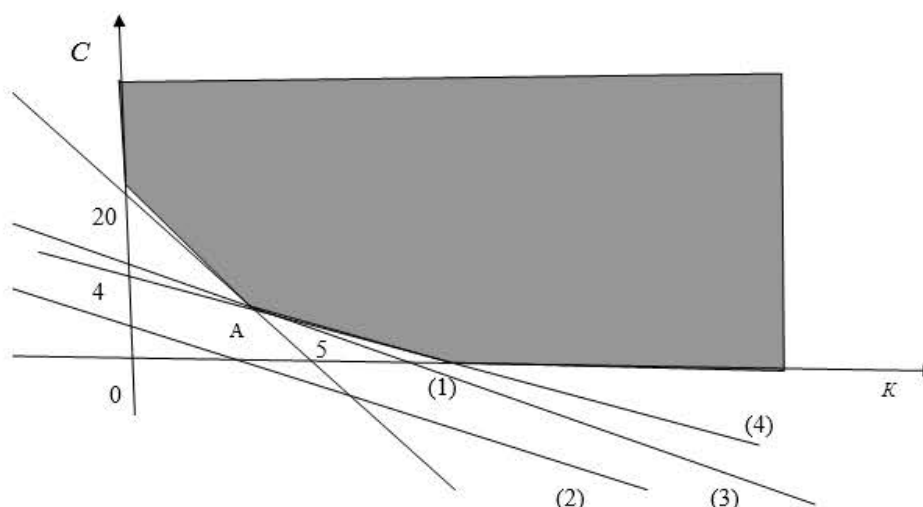


Рис. 3.5. Графическое решение задачи об оптимизации смеси

Прямая (2) — это прямая  $110,00K + 120,00C = 400,00$  (ограничение по калориям). Обратим внимание, что в области неотрицательных  $C$  она расположена всюду ниже прямой (1). Действительно, это верно при  $K = 0$ , прямая (1) проходит через точку  $(0, 20)$ , а прямая (2) — через расположенную ниже точку  $(0, 400/120)$ . Точка пересечения двух прямых находится при решении системы уравнений:

$$1,00K + 0,25C = 5,00,$$

$$110,00K + 120,00C = 400,00.$$

Из первого уравнения  $K = 5 - 0,25C$ . Подставим во второе:  $110(5 - 0,25C) + 120C = 400$ , откуда  $550 - 27,5C + 120C = 400$ . Следовательно,  $150 = -92,5C$ , т.е. решение достигается при отрицательном  $C$ . Это и означает, что при всех положительных  $C$  прямая (2) лежит ниже прямой (1). Итак, если выполнено ограничение по  $H$ , то обязательно выполнено и ограничение по калориям. Мы столкнулись с новым явлением — некоторые ограничения с математической точки зрения могут оказаться лишними. С точки зрения менеджера, они необходимы, отражают существенные черты постановки задачи, но в данном случае внутренняя математическая структура задачи оказалась такова, что ограничение по калориям не участвует в формировании допустимой области параметров и нахождении решения.

Прямая (4) — это прямая  $0,1K + 0,25C = 1$  (ограничение по веществу  $T$ ). Она проходит, как и показано на рисунке, через точки  $(10, 0)$  на оси абсцисс и  $(0, 4)$  на оси ординат. Обратите внимание, что допустимые значения параметров  $(K, C)$  лежат выше прямой (4) или на ней, как и для прямой (1).

Следовательно, область допустимых значений параметров  $(K, C)$  является неограниченной сверху. Из всей плоскости она выделяется осями координат (лежит в первом квадранте) и прямыми (1) и (4) (лежит выше этих прямых, а также включает граничные отрезки). Область допустимых значений параметров, т.е. точек  $(K, C)$ , можно назвать «неограниченным многоугольником». Минимум целевой функции  $3,8K + 4,2C$  может достигаться только в вершинах этого «многоугольника». Вершин всего три. Это пересечения с осями абсцисс  $(10, 0)$  и ординат  $(0, 20)$  прямых (1) и (4) (в каждом случае из двух пересечений берется то, которое удовлетворяет обоим ограничениям). Третья вершина — это точка  $A$  пересечения прямых (1) и (4), координаты которой находятся при решении системы уравнений:

$$0,10K + 0,25C = 1,00,$$

$$1,00K + 0,25C = 5,00.$$

Из второго уравнения  $K = 5 - 0,25C$ , из первого  $0,10(5 - 0,25C) + 0,25C = 0,5 - 0,025C + 0,25C = 0,5 + 0,225C = 1$ , откуда  $C = 0,5/0,225 = 20/9$  и  $K = 5 - 5/9 = 40/9$ . Итак,  $A = (40/9; 20/9)$ .

Прямая (3) на рис. 3.5 — это прямая, соответствующая целевой функции  $3,8K + 4,2C$ . Она проходит между прямыми (1) и (4), задающими ограничения, и минимум достигается в точке  $A$ , через которую и проходит прямая (3). Следовательно, минимум равен  $3,8 \times 40/9 + 4,2 \times 20/9 = 236/9$ . Задача об оптимизации смеси полностью решена.

Двойственная задача, построенная по описанным выше правилам, имеет приведенный ниже вид (мы повторяем здесь слева и исходную задачу об оптимизации смеси, чтобы наглядно продемонстрировать технологию построения двойственной задачи):

$$\begin{array}{ll} 3,8K + 4,2C \rightarrow \min, & W_1 + 5W_2 + 400W_3 \rightarrow \max, \\ 0,10K + 0,25C \geq 1,00, & 0,1W_1 + 1,10W_2 + 110W_3 \leq 3,8, \\ 1,00K + 0,25C \geq 5,00, & 0,25W_1 + 0,25W_2 + 120W_3 \leq 4,2, \\ 110,00K + 120,00C \geq 400,00, & W_1 \geq 0, \\ K \geq 0, & W_2 \geq 0, \\ C \geq 0. & W_3 \geq 0. \end{array}$$

Минимальное значение в прямой задаче, как и должно быть, равно максимальному значению в двойственной задаче, т.е. оба числа равны  $236/9$ . Интерпретация двойственных переменных:  $W_1$  — «стоимость» единицы вещества Т, а  $W_2$  — «стоимость» единицы вещества Н, измеренные «по их вкладу» в целевую функцию. При этом  $W_3 = 0$ , поскольку ограничение на число калорий никак не участвует в формировании оптимального решения. Итак,  $W_1, W_2, W_3$  — это так называемые объективно обусловленные оценки (по Л.В. Канторовичу) ресурсов (веществ Т и Н, калорий).

**Планирование номенклатуры и объемов выпуска.** Вернемся к организации производства. Предприятие может выпускать автоматические кухни (вид кастрюль), кофеварки и самовары [2]. В табл. 3.10 приведены данные о производственных мощностях, имеющихся на предприятии (в штуках изделий).

Таблица 3.10

**Производственные мощности (в шт.)**

Категории	Кухни	Кофеварки	Самовары
Штамповка	20 000	30 000	12 000
Отделка	30 000	10 000	10 000

Категории	Кухни	Кофеварки	Самовары
Сборка	20 000	12 000	8 000
Объем выпуска	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Удельная прибыль (на одно изделие)	15	12	14

При этом штамповка и отделка проводятся на одном и том же оборудовании. Оно позволяет штамповать за заданное время 20 000 кухонь, либо 30 000 кофеварок, либо и то, и другое, но в меньшем количестве. А вот сборка проводится на отдельных участках.

Задача линейного программирования имеет вид:

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0, \quad (0)$$

$$X_1/200 + X_2/300 + X_3/120 \leq 100, \quad (1)$$

$$X_1/300 + X_2/100 + X_3/100 \leq 100, \quad (2)$$

$$X_1/200 \leq 100, \quad (3)$$

$$X_2/120 \leq 100, \quad (4)$$

$$X_3/80 \leq 100, \quad (5)$$

$$F = 15X_1 + 12X_2 + 14X_3 \rightarrow \max.$$

Здесь:

(0) — обычное в экономике условие неотрицательности переменных;

(1) — ограничение по возможностям штамповки (выраженное для облегчения восприятия в процентах);

(2) — ограничение по возможностям отделки;

(3) — ограничение по сборке для кухонь;

(4) — то же для кофемолок;

(5) — то же для самоваров (как уже говорилось, все три вида изделий собираются на отдельных линиях).

Наконец, целевая функция  $F$  — общая прибыль предприятия.

Заметим, что неравенство (3) вытекает из неравенства (1), а неравенство (4) — из (2), поэтому неравенства (3) и (4) можно из формулировки задачи линейного программирования исключить.

Отметим сразу любопытный факт. Как будет установлено, в оптимальном плане  $X_3 = 0$ , т.е. самовары выпускать невыгодно.

**Методы решения задач линейного программирования.** Методы решения задач линейного программирования относятся к вычислительной математике, а не к экономике и менеджменту. Однако инженеру, менеджеру и экономисту полезно знать о свойствах интеллектуального инструмента, которым он пользуется.

С ростом мощности компьютеров необходимость применения изощренных математических методов снижается, поскольку во многих случаях время счета перестает быть лимитирующим фактором, оно весьма мало (доли секунд). В связи с этим разберем лишь три метода.

**Простой перебор.** Возьмем некоторый многомерный параллелепипед, в котором лежит многогранник, задаваемый ограничениями. Как его построить? Например, если имеется ограничение типа  $2X_1 + 5X_2 \leq 10$ , то, очевидно,  $0 \leq X_1 \leq 10/2 = 5$  и  $0 \leq X_2 \leq 10/5 = 2$ . Аналогичным образом от линейных ограничений общего вида можно перейти к ограничениям на отдельные переменные. Остается взять максимальные границы по каждой переменной. Если многогранник, задаваемый ограничениями, неограничен, как было в задаче о диете, можно по-прежнему, но несколько более сложным образом выделить его «обращенную» к началу координат часть, содержащую решение, и заключить ее в многомерный параллелепипед.

Проведем перебор точек параллелепипеда с шагом  $1/10^n$  последовательно при  $n = 2, 3, \dots$ , вычисляя значения целевой функции и проверяя выполнение ограничений. Из всех точек, удовлетворяющих ограничениям, возьмем ту, в которой целевая функция максимальна. Решение найдено! (Более строго выражаясь, найдено с точностью до  $1/10^n$ .)

**Направленный перебор.** Начнем с точки, удовлетворяющей ограничениям (ее можно найти простым перебором). Будем последовательно (или случайно — с помощью так называемого метода случайного поиска) менять ее координаты на определенную величину  $\Delta$ , каждый раз переходя в точку с более высоким значением целевой функции. Если выйдем на плоскость ограничения, будем двигаться по ней (находя одну из координат по уравнению ограничения). Затем движение по ребру (когда два ограничения-неравенства переходят в равенства)... Остановка — в вершине линейного многогранника. Решение найдено! (Более строго выражаясь, найдено с точностью до  $\Delta$ . Если необходимо, в окрестности найденного решения проводим направленный перебор с шагом  $\Delta/2, \Delta/4$  и т.д.)

**Симплекс-метод.** Это один из первых специализированных методов оптимизации, нацеленный на решение задач линейного программирования, в то время как методы простого и направленного перебора могут быть применены для решения практически любой задачи оптимизации. Симплекс-метод был предложен американцем Г. Данцигом в 1951 г. Основная его идея состоит в продвижении по выпуклому многограннику ограничений от вершины к вершине, при котором на каждом шаге значение целевой функции улучшается до тех пор, пока не будет достигнут оптимум. Разберем пример на основе данных табл. 3.10.



Рассмотрим задачу линейного программирования, сформулированную выше при рассмотрении оптимизации номенклатуры и объемов выпуска:

$$\begin{aligned} F &= 15X_1 + 12X_2 + 14X_3 \rightarrow \max, \\ X_1/200 + X_2/300 + X_3/120 &\leq 100, \\ X_1/300 + X_2/100 + X_3/100 &\leq 100, \\ X_3/80 &\leq 100. \end{aligned}$$

Неотрицательность переменных не будем специально указывать, поскольку в задачах линейного программирования это предположение всегда принимается.

В соответствии с симплекс-методом введем так называемые «свободные переменные»  $X_4, X_5, X_6$ , соответствующие недоиспользованным мощностям, т.е. от системы неравенств перейдем к системе уравнений:

$$\begin{aligned} X_1/200 + X_2/300 + X_3/120 + X_4 &= 100, \\ X_1/300 + X_2/100 + X_3/100 + X_5 &= 100, \\ X_3/80 + X_6 &= 100, \\ 15X_1 + 12X_2 + 14X_3 &= F. \end{aligned}$$

У этой системы имеется очевидное решение, соответствующее одной из вершин многогранника допустимых значений переменных:

$$X_1 = X_2 = X_3 = 0, X_4 = X_5 = X_6 = 100, F = 0.$$

В терминах исходной задачи это означает, что ничего не надо выпускать. Такое решение приемлемо только на период летних отпусков.

В соответствии с симплекс-методом выбираем переменную, которая входит в целевую функцию  $F$  с самым большим положительным коэффициентом. Это  $X_1$ .

Сравниваем частные от деления свободных членов в первых трех уравнениях на коэффициенты при только что выбранной переменной  $X_1$ :

$$100/(1/200) = 20\,000, 100/(1/300) = 30\,000, 100/0 = +\infty.$$

Выбираем строку из системы уравнений, которой соответствует минимальное из всех положительных отношений. В рассматриваемом примере это первая строка, которой соответствует отношение 20 000.

Умножим первую строку на 200, чтобы получить  $X_1$  с единичным коэффициентом:

$$X_1 + 2/3X_2 + 2/1,2X_3 + 200X_4 = 20\,000.$$

Затем умножим вновь полученную строку на  $(-1/300)$  и сложим со второй строкой, чтобы исключить член с  $X_1$ , получим:

$$7/900X_2 + 4/900X_3 - 2/3X_4 + X_5 = 100/3.$$

Ту же преобразованную первую строку умножим на  $(-15)$  и сложим со строкой, в правой части которой стоит  $F$ , получим:

$$2X_2 - 11X_3 - 3\,000X_4 = F - 300\,000.$$

В результате система уравнений преобразуется к виду, в котором переменная  $X_1$  входит только в первое уравнение:

$$X_1 + 2/3X_2 + 2/1,2X_3 + 200X_4 = 20\,000$$

$$7/900X_2 + 4/900X_3 - 2/3X_4 + X_5 = 100/3,$$

$$X_3/80 + X_6 = 100,$$

$$2X_2 - 11X_3 - 3\,000X_4 = F - 300\,000.$$

Очевидно, у новой системы имеется улучшенное по сравнению с исходным решение, соответствующее другой вершине выпуклого многогранника в шестимерном пространстве:

$$X_1 = 20\,000, X_2 = X_3 = X_4 = 0, X_5 = 100/3, X_6 = 100, F = 300\,000.$$

В терминах исходной задачи это решение означает, что надо выпускать только кухни. Такое решение приемлемо, если допустимо выпускать только один вид продукции.

Повторим описанную выше операцию. В строке с  $F$  имеется еще один положительный коэффициент — при  $X_2$  (если бы положительных коэффициентов было несколько, мы взяли бы максимальный из них). На основе коэффициентов при  $X_2$  (а не при  $X_1$ , как в первый раз) образуем частные от деления соответствующих свободных членов на эти коэффициенты:

$$20\,000 / (2/3) = 30\,000, (100/3) / (7/900) = 30\,000/7, 100/0 = +\infty.$$

Таким образом, нужно выбрать вторую строку, для которой имеем наименьшее положительное отношение  $30\,000/7$ . Вторую строку умножим на  $900/7$  (чтобы коэффициент при  $X_2$  равнялся 1). Затем добавим обновленную строку ко всем строкам, содержащим  $X_2$ , предварительно умножив их на подходящие числа, т.е. такие, чтобы все коэффициенты при  $X_2$  стали бы после сложения равны 0, за исключением коэффициента второй строки, который уже стал равняться 1. Получим систему уравнений:

$$X_1 + 9/7X_3 + 1\,800/7X_4 - 600/7X_5 = 120\,000/7,$$

$$X_2 + 4/7X_3 - 600/7X_4 + 900/7X_5 = 30\,000/7,$$

$$X_3/80 + X_6 = 100,$$

$$-85/7X_3 - 19\,800/7X_4 - 1\,800/7X_5 = F - 308\,571.$$

Поскольку все переменные неотрицательны, то из последнего уравнения следует, что прибыль  $F$  достигает своего максимального значения, равного  $308\,571$ , при  $X_3 = X_4 = X_5 = 0$ . Из остальных уравнений следует, что при этом  $X_1 = 120\,000/7 = 17143$ ,  $X_2 = 30\,000/7 = 4\,286$ ,  $X_6 = 100$ . Поскольку в строке

с  $F$  не осталось ни одного положительного коэффициента при переменных, то алгоритм симплекс-метода закончил свою работу, оптимальное решение найдено.

Практические рекомендации таковы: надо выпустить 17 143 кухни, вчетверо меньше, т.е. 4 286, кофемолок, самоваров не выпускать вообще. При этом прибыль будет максимальной и равной 308 571. Все производственное оборудование будет полностью загружено, за исключением линии по сборке самоваров.

**Транспортная задача.** Различные технико-экономические и экономические задачи менеджмента, от оптимальной загрузки станка и раскройки стального листа или полотна ткани до анализа межотраслевого баланса и оценки темпов роста экономики страны в целом, приводят к необходимости решения тех или иных задач линейного программирования. В книге [1] приведен обширный перечень публикаций, посвященный многочисленным применениям линейного программирования в металлургии, угольной, химической, нефтяной, бумажной и прочих отраслях промышленности, в проблемах транспорта и связи, планирования производства, конструирования и хранения продукции, сельском хозяйстве, в научных исследованиях, в том числе экономических, и даже при регулировании уличного движения.

В качестве очередного примера рассмотрим так называемую транспортную задачу. Имеются склады, запасы на которых известны. Известны потребители и объемы их потребностей. Необходимо доставить товар со складов потребителям. Можно по-разному организовать «прикрепление» потребителей к складам, т.е. установить, с какого склада какому потребителю и сколько везти. Кроме того, известна стоимость доставки единицы товара с определенного склада определенному потребителю. Требуется минимизировать издержки по перевозке.

Например, может идти речь о перевозке песка — сырья для производства кирпичей. В Москву песок обычно доставляется самым дешевым транспортом — водным, поэтому в качестве складов можно рассматривать порты, а в качестве запасов — их суточную пропускную способность. Потребителями являются кирпичные заводы, а их потребности определяются суточным производством (в соответствии с имеющимися заказами). Для доставки необходимо загрузить автотранспорт, проехать по определенному маршруту и разгрузить его. Стоимость этих операций рассчитывается по известным правилам, на которых не имеет смысла останавливаться, поэтому затраты на доставку товара с определенного склада тому или иному потребителю можно считать известными.

Рассмотрим пример транспортной задачи, исходные данные к которой представлены в табл. 3.11. В ней, кроме объемов потребностей и величин запасов, приведены стоимости доставки единицы товара со склада  $i, i = 1, 2, 3$ , потребителю  $j, j = 1, 2, 3, 4$ . Например, самая дешевая доставка — со склада 2 потребителям 1 и 3, а также со склада 3 потребителю 2. Однако на складе 2 имеется 80 единиц товара, а потребителям 1 и 3 требуется  $50 + 70 = 120$  единиц, поэтому к ним придется везти товар и с других складов. Обратите внимание, что в табл. 3.11 суммарные запасы на складах равны суммарным потребностям. Для примера с доставкой песка кирпичным заводам это вполне естественное ограничение — при невыполнении такого ограничения либо порты будут засыпаны горами песка, либо кирпичные заводы не выполнят заказы.

Таблица 3.11

Исходные данные к транспортной задаче

	Потребитель 1	Потребитель 2	Потребитель 3	Потребитель 4	Запасы на складах
Склад 1	2	5	5	5	60
Склад 2	1	2	1	4	80
Склад 3	3	1	5	2	60
Потребности	50	40	70	40	200

Надо спланировать перевозки, т.е. выбрать объемы  $X_{ij}$  поставок товара со склада  $i$  потребителю  $j$ , где  $i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3, 4$ . Таким образом, всего в задаче имеется 12 переменных. Они удовлетворяют двум группам ограничений. Во-первых, заданы запасы на складах:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} = 60,$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = 80,$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} = 60.$$

Во-вторых, известны потребности клиентов:

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} = 50,$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} = 40,$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} = 70,$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} = 40.$$

Итак, всего 7 ограничений типа равенств. Кроме того, все переменные неотрицательны — еще 12 ограничений.

Целевая функция — издержки по перевозке, которые необходимо минимизировать:

$$F = 2X_{11} + 5X_{12} + 4X_{13} + 5X_{14} + X_{21} + 2X_{22} + X_{23} + 4X_{24} + 3X_{31} + X_{32} + 5X_{33} + 2X_{34} \rightarrow \min.$$

Кроме обсуждаемой, рассматриваются также различные иные варианты транспортной задачи. Например, если доставка производится вагонами, то объемы поставок должны быть кратны вместимости вагона.

Количество переменных и ограничений в транспортной задаче таково, что для ее решения не обойтись без компьютера и соответствующего программного продукта.

Линейное программирование имеет дело с числовыми переменными. Если вспомнить общую постановку оптимизационной задачи, приведенную в начале главы, то  $X$  — вектор в конечномерном линейном пространстве,  $A$  — многогранник в таком пространстве. Рассмотрим несколько задач оптимизации, в которых  $X$  и  $A$  имеют иную математическую природу.

### 3.2.2. Целочисленное программирование

Задачи оптимизации, в которых переменные принимают целочисленные значения, относятся к целочисленному программированию. Рассмотрим несколько таких задач.

**Задача о выборе оборудования.** На приобретение оборудования для нового участка цеха выделено 20 000 долл. США. При этом можно занять площадь не более 38 м<sup>2</sup>. Имеется возможность приобрести станки типа А и станки типа Б. При этом станки типа А стоят 5 000 долл. США, занимают площадь 8 м<sup>2</sup> (включая необходимые технологические проходы) и имеют производительность 7 тыс. единиц продукции за смену. Станки типа Б стоят 2 000 долл. США, занимают площадь 4 м<sup>2</sup> и имеют производительность 3 тыс. единиц продукции за смену. Необходимо рассчитать оптимальный вариант приобретения оборудования, обеспечивающий при заданных ограничениях максимум общей производительности участка.

Пусть  $X$  — количество станков типа А, а  $Y$  — количество станков типа Б, входящих в комплект оборудования. Требуется выбрать комплект оборудования так, чтобы максимизировать производительность  $C$  участка (в тыс. единиц за смену):

$$C = 7X + 3Y \rightarrow \max.$$

При этом должны быть выполнены *следующие ограничения*:

1. По стоимости (в тыс. долларов США):

$$5X + 2Y \leq 20.$$

2. По занимаемой площади (в  $m^2$ ):

$$8X + 4Y \leq 38,$$

а также вновь появляющиеся специфические ограничения по целочисленности, а именно:

$X \geq 0, Y \geq 0, X$  и  $Y$  — целые числа.

Сформулированная математическая задача отличается от задачи линейного программирования только последним условием целочисленности. Однако наличие этого условия позволяет (в данном конкретном случае) легко решить задачу перебором. Действительно, как ограничение по стоимости, так и ограничение по площади дают, что  $X \leq 4$ . Значит,  $X$  может принимать лишь одно из 5 значений: 0, 1, 2, 3, 4.

Если  $X = 4$ , то из ограничения по стоимости следует, что  $Y = 0$ , а потому  $C = 7X = 28$ .

Если  $X = 3$ , то из первого ограничения вытекает, что  $Y \leq 2$ , из второго  $Y \leq 3$ . Значит, максимальное  $C$  при условии выполнения ограничений достигается при  $Y = 2$ , а именно  $C = 21 + 6 = 27$ .

Если  $X = 2$ , то из первого ограничения следует, что  $Y \leq 5$ , из второго также  $Y \leq 5$ . Значит, максимальное  $C$  при условии выполнения ограничений достигается при  $Y = 5$ , а именно  $C = 14 + 15 = 29$ .

Если  $X = 1$ , то из первого ограничения имеем  $Y \leq 7$ , из второго также  $Y \leq 7$ . Значит, максимальное  $C$  при условии выполнения ограничений достигается при  $Y = 7$ , а именно  $C = 7 + 21 = 28$ .

Если  $X = 0$ , то из первого ограничения вытекает  $Y \leq 10$ , из второго  $Y \leq 9$ . Значит, максимальное  $C$  при условии выполнения ограничений достигается при  $Y = 9$ , а именно  $C = 27$ .

Все возможные случаи рассмотрены. Максимальная производительность  $C = 29$  (тысяч единиц продукции за смену) достигается при  $X = 2, Y = 5$ . Следовательно, надо покупать 2 станка типа А и 5 станков типа Б.

**Задача о ранце.** Общий вес ранца заранее ограничен. Какие предметы положить в ранец, чтобы общая полезность отобранных предметов была максимальна? Вес каждого предмета известен.

Есть много эквивалентных формулировок. Например, можно вместо ранца рассматривать космический аппарат — спутник Земли, а в качестве предметов — научные приборы. Тогда задача интерпретируется как отбор

приборов для запуска на орбиту. Правда, при этом предполагается решенной предварительная задача — оценка сравнительной ценности исследований, для которых нужны те или иные приборы.

С точки зрения экономики предприятия и организации производства более актуальна другая интерпретация задачи о ранце, в которой в качестве «предметов» рассматриваются заказы (или варианты выпуска партий тех или иных товаров), в качестве полезности — прибыль от выполнения того или иного заказа, а в качестве веса — себестоимость заказа.

При планировании рекламной кампании «предметы» — это минуты в программах передач по телевидению или радио, а полезность измеряется объемом охваченной аудитории.

Перейдем к математической постановке. Предполагается, что имеется  $n$  предметов, и для каждого из них необходимо решить, класть его в ранец или не класть. Для описания решения вводятся булевы переменные  $X_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$  (т.е. переменные, принимающие два значения, а именно 0 и 1). При этом  $X_k = 1$ , если предмет размещают в ранце, и  $X_k = 0$ , если нет,  $k = 1, 2, \dots, n$ . Для каждого предмета известны две константы:  $A_k$  — вес  $k$ -го предмета и  $C_k$  — полезность  $k$ -го предмета,  $k = 1, 2, \dots, n$ . Максимально возможную вместимость ранца обозначим  $B$ . Оптимизационная задача имеет вид:

$$\begin{aligned} C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n &\rightarrow \max, \\ A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 + \dots + A_nX_n &\leq B. \end{aligned}$$

В отличие от предыдущих задач, управляющие параметры  $X_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , принимают значения из множества, содержащего два элемента — 0 и 1.

К целочисленному программированию относятся задачи размещения (производственных объектов), теории расписаний, календарного и оперативного планирования, назначения персонала и т.д. (см., например, монографию [2]).

Укажем два распространенных метода решения задач целочисленного программирования.

**Метод приближения непрерывными задачами.** В соответствии с ним сначала решается задача линейного программирования без учета целочисленности, а затем в окрестности оптимального решения ищутся целочисленные точки.

**Методы направленного перебора.** Из них наиболее известен метод ветвей и границ. Суть метода такова. Каждому подмножеству  $X$  множества возможных решений  $X_0$  ставится в соответствие число — «граница»  $A(X)$ . При решении задачи минимизации необходимо, чтобы  $A(X_1) \geq A(X_2)$ , если  $X_1$  входит в  $X_2$  или совпадает с  $X_2$ .

Каждый шаг метода ветвей и границ состоит в делении выбранного на предыдущем шаге множества  $X_C$  на два —  $X_{1C}$  и  $X_{2C}$ . При этом пересечение  $X_{1C}$  и  $X_{2C}$  пусто, а их объединение совпадает с  $X_C$ . Затем вычисляют границы  $A(X_{1C})$  и  $A(X_{2C})$  и выделяют «ветвь»  $X_{C+1}$  — то из множеств  $X_{1C}$  и  $X_{2C}$ , для которого граница меньше. Алгоритм прекращает работу, когда диаметр вновь выделенной ветви оказывается меньше заранее заданного малого числа.

Для каждой конкретной задачи целочисленного программирования (другими словами, дискретной оптимизации) метод ветвей и границ реализуется по-своему. Есть много модификаций этого метода. Однако менеджеру нет необходимости вникать в подробности, относящиеся к вычислительной математике. Вместе с тем он должен знать о возможностях, предоставляемых ему теорией оптимизации.

### 3.2.3. Теория графов и оптимизация

Один из разделов дискретной математики, часто используемый при принятии решений, — теория графов (см., например, учебные пособия [3–5]). **Граф** — это совокупность точек, называемых вершинами графа, некоторые из которых соединены дугами (дуги называют также ребрами). Примеры графов приведены на рис. 3.6.

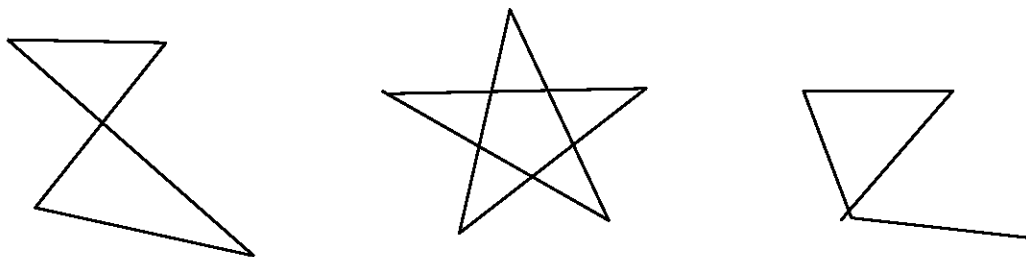


Рис. 3.6. Примеры графов

На только что введенное понятие графа «навешиваются» новые свойства. Исходному объекту приписывают новые качества. Например, вводится и используется понятие ориентированного графа. В таком графе дуги имеют стрелки, направленные от одной вершины к другой. Примеры ориентированных графов даны на рис. 3.7.



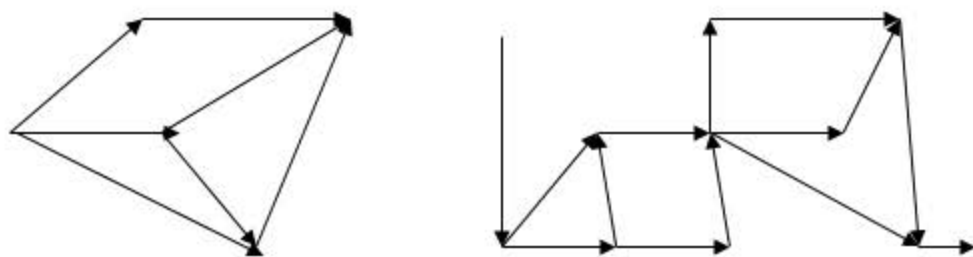


Рис. 3.7. Примеры ориентированных графов

Ориентированный граф был бы полезен, например, для иллюстрации организации перевозок в транспортной задаче. В экономике дугам ориентированного или обычного графа часто приписывают числа, например стоимость проезда или перевозки груза из пункта А (начальная вершина дуги) в пункт Б (конечная вершина дуги).

Рассмотрим несколько типичных задач принятия решений, связанных с оптимизацией на графах.

**Задача коммивояжера.** Требуется посетить все вершины графа и вернуться в исходную вершину, минимизировав затраты на проезд (или минимизировав время).

Исходные данные здесь — это граф, дугам которого приписаны положительные числа — затраты на проезд или время, необходимое для продвижения из одной вершины в другую. В общем случае граф является ориентированным, и каждые две вершины соединяют две дуги — туда и обратно. Действительно, если пункт А расположен на горе, а пункт Б — в низине, то время на проезд из А в Б, очевидно, меньше времени на обратный проезд из Б в А.

Многие постановки экономического содержания сводятся к задаче коммивояжера. Например:

- составить наиболее выгодный маршрут обхода наладчика в цехе (контролера, охранника, милиционера), отвечающего за должное функционирование заданного множества объектов (каждый из этих объектов моделируется вершиной графа);

- составить наиболее выгодный маршрут доставки деталей рабочим или хлеба с хлебозавода по заданному числу булочных и других торговых точек (парковка у хлебозавода).

**Задача о кратчайшем пути.** Как кратчайшим путем попасть из одной вершины графа в другую? В терминах производственного менеджмента: как кратчайшим путем (и, следовательно, с наименьшим расходом топлива и времени, наиболее дешево) попасть из пункта А в пункт Б? Для решения этой

задачи каждой дуге ориентированного графа должно быть сопоставлено число — время движения по этой дуге от начальной вершины до конечной. Рассмотрим пример (рис. 3.8).

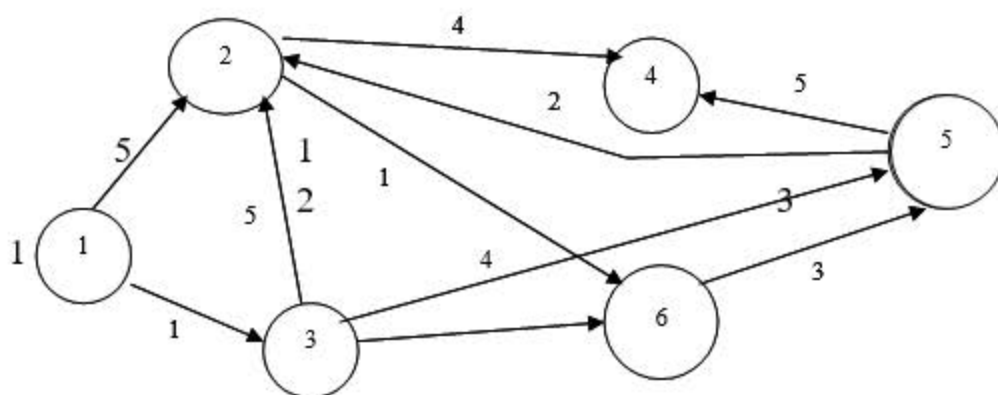


Рис. 3.8. Исходные данные к задаче о кратчайшем пути

Ситуацию можно описать не только ориентированным графом с весами, приписанными дугам, но и таблицей (табл. 3.12). В этой таблице двум вершинам — началу пути и концу пути — ставится в соответствие время в пути. В табл. 3.12 рассматриваются пути без промежуточных остановок. Более сложные маршруты составляются из элементарных отрезков, перечисленных в табл. 3.12.

Таблица 3.12

**Исходные данные к задаче о кратчайшем пути**

Начало дуги	Конец дуги	Время в пути
1	2	7
1	3	1
2	4	4
2	6	1
3	2	5
3	5	2
3	6	3
5	2	2
5	4	5
6	5	3

Спрашивается в задаче: как кратчайшим путем попасть из вершины 1 в вершину 4?

**Решение.** Введем обозначение:  $C(T)$  — длина кратчайшего пути из вершины 1 в вершину  $T$ . (Поскольку любой путь, который надо рассмотреть, состоит из дуг, а дуг конечное число, и каждая входит не более одного раза, то претендентов на кратчайший путь конечное число, и минимум из конечного числа элементов всегда достигается.) Рассматриваемая задача состоит в вычислении  $C(4)$  и указании пути, на котором этот минимум достигается.

Для исходных данных, представленных на рис. 3.8 и в табл. 3.12, в вершину 3 входит только одна стрелка, как раз из вершины 1, и около этой стрелки стоит ее длина, равная 1, поэтому  $C(3) = 1$ . Кроме того, очевидно, что  $C(1) = 0$ .

В вершину 4 можно попасть либо из вершины 2, пройдя путь, равный 4, либо из вершины 5, пройдя путь, равный 5. Поэтому справедливо соотношение:

$$C(4) = \min \{C(2) + 4; C(5) + 5\}.$$

Таким образом, проведена реструктуризация (упрощение) задачи — нахождение  $C(4)$  сведено к нахождению  $C(2)$  и  $C(5)$ .

В вершину 5 можно попасть либо из вершины 3, пройдя путь, равный 2, либо из вершины 6, пройдя путь, равный 3. Поэтому справедливо соотношение:

$$C(5) = \min \{C(3) + 2; C(6) + 3\}.$$

Мы знаем, что  $C(3) = 1$ , поэтому:

$$C(5) = \min \{3; C(6) + 3\}.$$

Поскольку очевидно, что  $C(6)$  — положительное число, то из последнего соотношения вытекает, что  $C(5) = 3$ .

В вершину 2 можно попасть либо из вершины 1, пройдя путь, равный 7, либо из вершины 3, пройдя путь, равный 5, либо из вершины 5, пройдя путь, равный 2. Поэтому справедливо соотношение:

$$C(2) = \min \{C(1) + 7; C(3) + 5; C(5) + 2\}.$$

Нам известно, что  $C(1) = 0$ ,  $C(3) = 1$ ,  $C(5) = 3$ , поэтому:

$$C(2) = \min \{0 + 7; 1 + 5; 3 + 2\} = 5.$$

Теперь мы можем найти  $C(4)$ :

$$C(4) = \min \{C(2) + 4; C(5) + 5\} = \min \{5 + 4; 3 + 5\} = 8.$$

Таким образом, длина кратчайшего пути равна 8. Из последнего соотношения ясно, что в вершину 4 надо идти через вершину 5. Возвращаясь к вычислению  $C(5)$ , видим, что в вершину 5 надо идти через вершину 3, а в вершину 3 можно попасть только из вершины 1. Итак, кратчайший путь таков:

$$1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 4.$$

Задача о кратчайшем пути для конкретных исходных данных (рис.3.8 и табл. 3.12) полностью решена.

Оптимизационные задачи на графах, возникающие при подготовке управленческих решений в производственном менеджменте, весьма многообразны. Рассмотрим в качестве примера еще одну задачу, связанную с перевозками.

**Задача о максимальном потоке.** Как (т.е. по каким маршрутам) послать максимально возможное количество грузов из начального пункта в конечный пункт, если пропускная способность путей между пунктами ограничена?

Для решения этой задачи каждой дуге ориентированного графа, соответствующего транспортной системе, должно быть сопоставлено число — пропускная способность этой дуги. Рассмотрим пример (рис. 3.9).

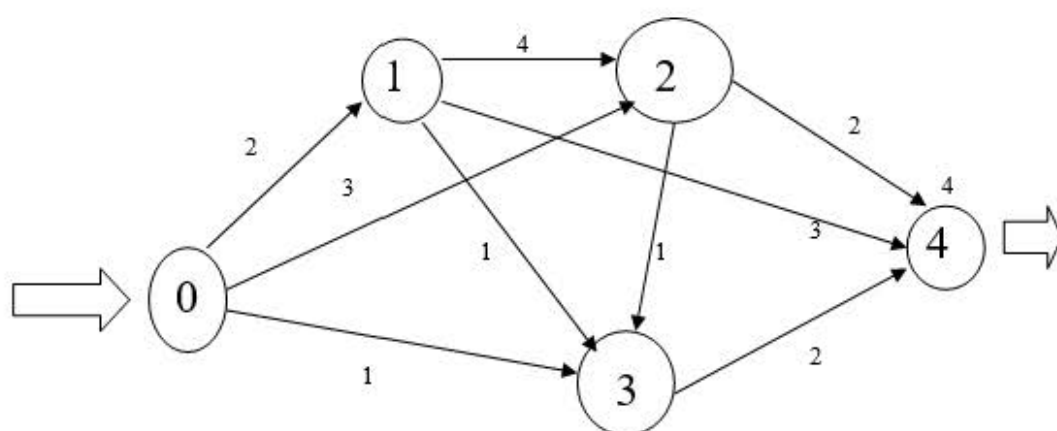


Рис. 3.9. Исходные данные к задаче о максимальном потоке

Исходные данные о транспортной системе, например внутризаводской, приведенные на рис. 3.9, можно также задать таблицей (табл. 3.13).

Таблица 3.13

**Исходные данные к задаче о максимальном потоке**

Пункт отправления	Пункт назначения	Пропускная способность
0	1	2
0	2	3
0	3	1
1	2	4
1	3	1
1	4	3
2	3	1
2	4	2
3	4	2

Решение задачи о максимальном потоке может быть получено из следующих соображений.

Очевидно, максимальная пропускная способность транспортной системы не превышает 6, поскольку не более 6 единиц груза можно направить из начального пункта 0, а именно 2 единицы в пункт 1, 3 единицы в пункт 2 и 1 единицу в пункт 3.

Далее надо добиться, чтобы все 6 вышедших из пункта 0 единиц груза достигли конечного пункта 4. Очевидно, 2 единицы груза, пришедшие в пункт 1, можно непосредственно направить в пункт 4. Пришедшие в пункт 2 грузы придется разделить: 2 единицы сразу направить в пункт 4, а 1 единицу — в промежуточный пункт 3 (из-за ограниченной пропускной способности участка между пунктами 2 и 4). В пункт 3 доставлены такие грузы: 1 единица из пункта 0 и 1 единица из пункта 2. Их направляем в пункт 4.

Итак, максимальная пропускная способность рассматриваемой транспортной системы — 6 единиц груза. При этом не используются внутренние участки (ветки) между пунктами 1 и 2, а также между пунктами 1 и 3. Не догружена ветка между пунктами 1 и 4 — по ней направлены 2 единицы груза при пропускной способности в 3 единицы.

Решение можно представить в виде таблицы (табл. 3.14).

Таблица 3.14

#### Решение задачи о максимальном потоке

Пункт отправления	Пункт назначения	План перевозок	Пропускная способность
0	1	2	2
0	2	3	3
0	3	1	1
1	2	0	4
1	3	0	1
1	4	2	3
2	3	1	1
2	4	2	2
3	4	2	2

**Задача линейного программирования при максимизации потока.** Дадим формулировку задачи о максимальном потоке в терминах линейного программирования. Пусть  $X_{KM}$  — объем перевозок из пункта  $K$  в пункт  $M$ .

Согласно рис. 3.9  $K = 0, 1, 2, 3, M = 1, 2, 3, 4$ , причем перевозки возможны лишь в пункт с большим номером. Значит, всего имеется 9 переменных  $X_{KM}$ , а именно  $X_{01}, X_{02}, X_{03}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{23}, X_{24}, X_{34}$ . Задача линейного программирования, нацеленная на максимизацию потока, имеет вид:

$$F \rightarrow \max,$$

$$X_{01} + X_{02} + X_{03} = F \quad (0)$$

$$-X_{01} + X_{12} + X_{13} + X_{14} = 0 \quad (1)$$

$$-X_{02} - X_{12} + X_{23} + X_{24} = 0 \quad (2)$$

$$-X_{03} - X_{13} - X_{23} + X_{34} = 0 \quad (3)$$

$$-X_{14} - X_{24} - X_{34} = -F \quad (4)$$

$$X_{01} \leq 2$$

$$X_{02} \leq 3$$

$$X_{03} \leq 1$$

$$X_{12} \leq 4$$

$$X_{13} \leq 1$$

$$X_{14} \leq 3$$

$$X_{23} \leq 1$$

$$X_{24} \leq 2$$

$$X_{34} \leq 2$$

$$X_{KM} \geq 0, K, M = 0, 1, 2, 3, 4, F \geq 0.$$

Здесь  $F$  — целевая функция, условие (0) описывает вхождение грузов в транспортную систему. Условия (1)–(3) задают балансовые соотношения для узлов 1–3 системы. Другими словами, для каждого из внутренних узлов входящий поток грузов равен выходящему потоку, грузы не скапливаются внутри системы и не «рождаются» в ней. Условие (4) — это условие «выхода» грузов из системы. Вместе с условием (0) оно составляет балансовое соотношение для системы в целом («вход» равен «выходу»). Следующие девять неравенств задают ограничения на пропускную способность отдельных «веток» транспортной системы. Затем в системе ограничений задачи линейного программирования указана неотрицательность объемов перевозок и целевой функции. Ясно, что последнее неравенство вытекает из вида целевой функции (соотношения (0) или (4)) и неотрицательности объемов перевозок. Однако последнее неравенство несет некоторую общую информацию — через систему может быть пропущен либо положительный объем грузов, либо нулевой (например, если внутри системы происходит движение по кругу), но не отрицательный (он не имеет экономического смысла, но формальная математическая модель об этом «не знает»).

**О многообразии оптимизационных задач.** В различных проблемах принятия решений возникают самые разнообразные задачи оптимизации. Для их решения применяются те или иные методы, точные или приближенные. Задачи оптимизации часто используются в теоретико-экономических исследованиях. Достаточно вспомнить оптимизацию экономического роста страны с помощью матрицы межотраслевого баланса Василия Леонтьева или микроэкономические задачи определения оптимального объема выпуска по функции издержек при фиксированной цене (или в условиях монополии) или минимизации издержек при заданном объеме выпуска путем выбора оптимального соотношения факторов производства (с учетом платы за них).

Кроме затронутых выше методов решения задач оптимизации, напомним о том, что гладкие функции оптимизируют, приравнявая 0 производную (для функций нескольких переменных — частные производные). При наличии ограничений используют множители Лагранжа. Эти методы обычно излагаются в курсах высшей математики и потому опущены здесь.

Представляют интерес задачи оптимизации с нечеткими переменными [6], а также задачи оптимизации, возникающие в эконометрике [7, 8]. Например, метод наименьших квадратов, разобранный в следующей главе, основан на решении задачи оптимизации. Итоговое мнение комиссии экспертов часто вычисляют как решение задачи оптимизации (гл. 3.4). Конкретные виды задач оптимизации и методы их решения рассматриваются в соответствующей литературе.

Большое место занимают оптимизационные задачи в прикладной статистике [9] и теории принятия решений [10]. Линейное программирование входит в учебные планы многих вузов (см., например, [11]). Из других видов методов оптимизации укажем на принцип максимума Понтрягина. На его основе разработана инновационная модель оптимального управления процессом обучения [12, 13]. Обратим внимание на модель оптимизации моментов выпуска новых моделей продукции на рынок [14] и на методы оптимизации запасов в связи с концепцией бережливого производства [15].

### ***Список использованной литературы***

1. *Гасс С.* Путешествие в страну линейного программирования / перевод с английского. — Москва : Мир, 1973. — 176 с.

2. *Кофман А., Фор Р.* Займемся исследованием операций / перевод с французского. — Москва : Мир, 1966. — 280 с.

3. Белов В.В., Воробьев Е.М., Шаталов В.Е. Теория графов. — Москва : Высшая школа, 1976. — 392 с.
4. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Теория графов в управлении организационными системами. — Москва : Синтег, 2001. — 124 с.
5. Алексеев В.Е., Захарова Д.В. Теория графов : учебное пособие. — Нижний Новгород : ННГУ, 2017. — 119 с.
6. Орлов А.И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные. — Москва : Знание, 1980. — 64 с.
7. Орлов А.И. Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.
8. Агаларов З.С., Орлов А.И. Эконометрика. — 2-е изд. — Москва : Дашков и К, 2023. — 380 с.
9. Орлов А.И. Прикладной статистический анализ : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 812 с.
10. Орлов А.И. Теория принятия решений : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.
11. Гераськин М.И., Клентак Л.С. Линейное программирование : учебное пособие. — Самара : СГАУ, 2014. — 104 с.
12. Орлов А.И. Математическая модель оптимального управления процессом обучения // Научный журнал КубГАУ. — 2023. — № 185. — С. 106–118.
13. Орлов А.И. Инновационная модель оптимального управления процессом обучения // Инновации в менеджменте. — 2022. — № 4 (34). — С. 42–47.
14. Орлов А.И. Модель оптимизации моментов выпуска новых моделей продукции на рынок // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — № 102. — С. 64–77.
15. Орлов А.И. Бережливое производство: оптимизация запасов и управление качеством // Научный журнал КубГАУ. — 2022. — № 184. — С. 164–177.

### **Задачи по методам оптимизации**

1. Изобразите на плоскости ограничения задачи линейного программирования и решите (графически) эту задачу:

$$400W_1 + 450W_2 \rightarrow \min,$$

$$5W_1 + 10W_2 \geq 45,$$

$$20W_1 + 15W_2 \geq 80,$$

$$W_1 \geq 0,$$

$$W_2 \geq 0.$$



2. Решите задачу линейного программирования:

$$W_1 + 5W_2 \rightarrow \max,$$

$$0,1W_1 + W_2 \leq 3,8,$$

$$0,25W_1 + 0,25W_2 \leq 4,2,$$

$$W_1 \geq 0, W_2 \geq 0.$$

3. Решите задачу целочисленного программирования:

$$10X + 5Y \rightarrow \max.$$

$$8X + 3Y \leq 40,$$

$$3X + 10Y \leq 30,$$

$$X \geq 0, Y \geq 0, X \text{ и } Y \text{ — целые числа.}$$

4. Решите задачу о ранце:

$$X_1 + X_2 + 2X_3 + 2X_4 + X_5 + X_6 \rightarrow \max,$$

$$0,5X_1 + X_2 + 1,5X_3 + 2X_4 + 2,5X_5 + 3X_6 \leq 3.$$

Управляющие параметры  $X_k, k = 1, 2, \dots, 6$ , принимают значения из множества, содержащего два элемента — 0 и 1.

5. Решите задачу коммивояжера для четырех городов (маршрут должен быть замкнутым и не содержать повторных посещений). Затраты на проезд приведены в табл. 3.15.

Таблица 3.15

### Исходные данные к задаче коммивояжера

Город отправления	Город назначения	Затраты на проезд
А	Б	2
А	В	1
А	Д	5
Б	А	3
Б	В	2
Б	Д	1
В	А	4
В	Б	1
В	Д	2
Д	А	5
Д	Б	3
Д	В	3

6. Транспортная сеть (с указанием расстояний) приведена на рис. 3.10. Найдите кратчайший путь из п. 1 в п. 4.

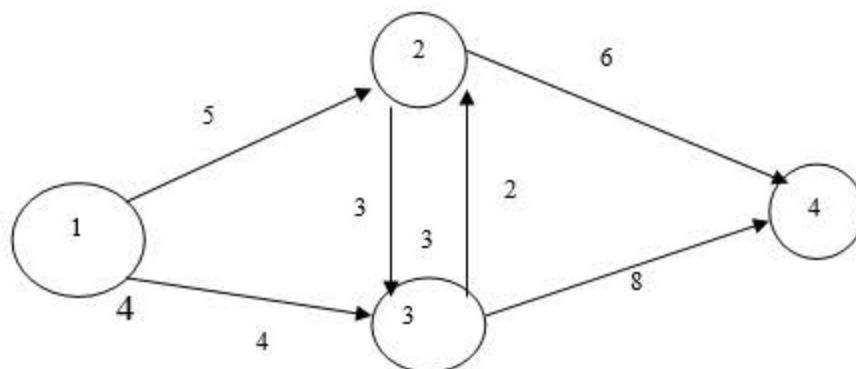


Рис. 3.10. Исходные данные к задаче о кратчайшем пути

7. Как послать максимальное количество грузов из начального п. 1 в конечный п. 8, если пропускная способность путей между пунктами транспортной сети (рис. 3.11) ограничена (табл. 3.16)?

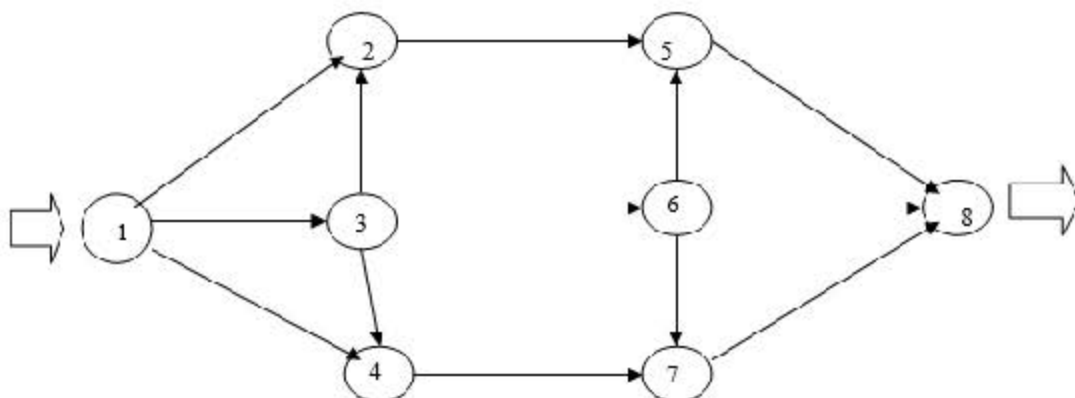


Рис. 3.11. Транспортная сеть к задаче о максимальном потоке

Таблица 3.16

**Исходные данные к задаче о максимальном потоке**

Пункт отправления	Пункт назначения	Пропускная способность
1	2	1
1	3	2
1	4	3
2	5	2
3	2	2
3	4	2
3	6	1
4	7	4

Пункт отправления	Пункт назначения	Пропускная способность
5	8	3
6	5	2
6	7	1
6	8	1
7	8	3

### **Темы докладов и рефератов**

1. Классификация оптимизационных задач.
2. Решения, оптимальные по Парето.
3. Многокритериальные задачи оптимизации: различные методы свертки критериев.
4. Задачи оптимизации и нечеткие переменные (на основе работы [6]).
5. Место метода множителей Лагранжа в теории оптимизации.

## **3.3. ОСНОВЫ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

К наиболее практичным и эффективным интеллектуальным инструментам менеджера относятся эконометрические методы [1–3]. В учебниках по экономической теории, как правило, выделяют в качестве ее основных областей макроэкономику, микроэкономику и эконометрику [4, с. 25]. Кратко обсудим основные проблемы этой области экономической теории, а затем рассмотрим один из наиболее часто используемых эконометрических методов — метод наименьших квадратов.

### **3.3.1. Что такое эконометрика?**

Согласно Большому энциклопедическому словарю (Москва : Большая российская энциклопедия, 1997), **эконометрика** — наука, изучающая конкретные количественные и качественные взаимосвязи экономических объектов и процессов с помощью математических и статистических методов и моделей. **Эконометрические методы** — это прежде всего методы статистического анализа конкретных экономических данных, естественно, с помощью компьютеров [1–3]. Такие методы успешно используются в зарубежных и отечественных экономических и технико-экономических исследованиях, работах по управлению (менеджменту). Применение прикладной статистики и других эконометрических методов дает заметный экономический эффект. Например, в США — не менее 20 млрд долл. ежегодно только в области статистического контроля качества.

Термин «эконометрика» состоит из двух частей: «эконо» — от «экономика» и «метрика» — от «измерение». Эконометрика входит в обширное семейство дисциплин, посвященных применению статистических методов в различных областях науки и практики. К этому семейству относятся, в частности, биометрия, технометрика, наукометрия, психометрия, хемометрика, квалиметрия.

В мировой науке эконометрика занимает достойное место. Об этом свидетельствует, например, присуждение Нобелевских премий по экономике, престижных для западных научных работников. Их получили эконометрики Ян Тильберген, Рагнар Фриш, Лоуренс Клейн, Трюгве Хаавельмо, Джеймс Хекман, Дэниель Мак-Фадден, Трюгве Хаавельмо, Клайв Грэнджер, Роберт Энгл, Гарри Марковиц, Вильям Шарп, Майрон Шоулз, Роберт Мертон, Юджин Фама, Ларс Питер Хансен, Роберт Шиллер, Жан Тироль. Выпускается ряд научных журналов, полностью посвященных эконометрике, в том числе: *Journal of Econometrics* (Швеция), *Econometric Reviews* (США), *Econometrica* (США), *Sankhya* (*Indian Journal of Statistics. Ser. D. Quantitative Economics*, Индия), *Publications Econometriques* (Франция), электронный еженедельник «Эконометрика» (Россия). Публикуется также масса книг и статей в иных изданиях. Действуют национальные и международные эконометрические общества, объединяющие десятки тысяч специалистов.

В настоящее время в России ведутся многочисленные теоретические и практические эконометрические исследования, проводится обучение этой дисциплине. Отечественная научная школа в области эконометрики [5, 6] исходит из разработанной в нашей стране новой парадигмы анализа статистических и экспертных данных в задачах экономики и управления [7]. На ее основе создан новый раздел теоретической и прикладной математики — системная нечеткая интервальная математика [8, 9].

Важным научным направлением, связанным с эконометрикой, являются высокие статистические технологии [10]. Только в секции «Математические методы исследования» журнала «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» за последние 60 лет напечатано более 1 500 статей по высоким статистическим технологиям и их применениям.

**Высокие статистические технологии в эконометрике.** Особый интерес представляют эконометрические применения высоких статистических технологий.

Может возникнуть естественный вопрос: зачем нужны высокие статистические технологии, разве недостаточно обычных статистических методов?

Исследователи в области эконометрики считают (и доказывают своими теоретическими и прикладными работами), что совершенно недостаточно. Так, многие данные в реальной социально-экономической деятельности, а потому и в информационных системах поддержки принятия решений в менеджменте имеют нечисловой характер, например являются словами или принимают значения из конечных множеств (выбор происходит из конечного числа градаций). Нечисловой характер имеют и упорядочения, которые дают эксперты или менеджеры, например, выбирая главную цель предприятия, следующую по важности и т.д., сравнивая образцы продукции с целью выбора наиболее подходящего для запуска в серию и др. Значит, для контроллинга нужна статистика нечисловых данных. Далее, многие величины известны не абсолютно точно, а с некоторой погрешностью — лежат в пределах от одной границы до другой. Другими словами, исходные данные — не числа, а интервалы. Это следствие общеинженерного утверждения: любое измерение проводится с погрешностями. Следовательно, для эффективного управления нужна статистика интервальных данных. Мнения людей естественно описывать в терминах теории нечеткости. Значит, менеджеру нужна статистика нечетких данных. Ни статистики нечисловых данных, ни статистики интервальных данных, ни статистики нечетких данных нет и не могло быть в классической статистике. Все это — высокие статистические технологии, разработанные за последние 10–30 лет. Статистика нечисловых данных (статистика объектов нечисловой природы, нечисловая статистика) выделена как самостоятельное научное направление в 1979 г. [11]. Статистика нечисловых данных — центральная часть современной прикладной статистики [12]. Обзор ее современного состояния дан в работе [13].

**Важная часть эконометрики** — применение высоких статистических технологий к анализу конкретных экономических данных. Такие исследования зачастую требуют дополнительной теоретической работы по «доводке» статистических технологий применительно к конкретной ситуации. Большое значение для менеджмента имеют конкретные эконометрические модели, например вероятностно-статистические модели тех или иных процедур экспертных оценок или экономики качества, имитационные модели деятельности организации. И, конечно, такие конкретные применения, как расчет и прогнозирование индекса инфляции. Сейчас уже многим специалистам ясно, что годовой бухгалтерский баланс предприятия может быть использован для оценки его финансово-хозяйственной деятельности только с привлечением данных об инфляции. Различные области экономической теории и практики еще далеко

не согласованы. При оценке и сравнении инвестиционных проектов принято использовать такие характеристики, как чистый приведенный доход, внутренняя норма доходности, основанные на учете изменения стоимости денежной единицы во времени (учет осуществляется с помощью дисконтирования), а при анализе финансово-хозяйственной деятельности организации на основе данных бухгалтерской отчетности про необходимость дисконтирования «забывают».

В середине 1980-х гг. в советской средней школе ввели новый предмет «Информатика». Сейчас молодое поколение превосходно владеет компьютерами, мгновенно осваивая быстро появляющиеся новинки, и этим заметно отличается от тех, кому за 40–50 лет. Сравнительно недавно удалось ввести в российской средней школе курс вероятности и статистики, а такой курс уже полвека есть в Японии и США, Швейцарии, Кении и Ботсване, почти во всех странах мира (см. подготовленный ЮНЕСКО сборник докладов [3]), как следствие, ситуация с применением эконометрики в нашей стране постепенно улучшается.

Статистические технологии применяют для анализа данных двух принципиально различных типов. Один из них — это результаты измерений (наблюдений, анализов, испытаний, обследований) различных видов, например результаты управленческого или бухгалтерского учета, данные Росстата и др. Короче, речь идет об объективной информации. Другой — это оценки экспертов, на основе своего опыта и интуиции делающих заключения относительно экономических явлений и процессов. Очевидно, это субъективная информация. Стабильная экономическая ситуация позволяет рассматривать длинные временные ряды тех или иных экономических величин, полученных в сопоставимых условиях. В подобных условиях данные первого типа вполне адекватны. В быстро меняющихся условиях приходится опираться на экспертные оценки (см. гл. 3.4). Такая новейшая часть эконометрики, как статистика нечисловых данных, была создана как ответ на запросы теории и практики экспертных оценок [11, 15].

Для решения каких управленческих и экономических задач может быть полезна эконометрика? Практически для всех, использующих конкретную информацию о реальном мире. Только чисто абстрактные, отвлеченные от реальности исследования могут обойтись без нее. В частности, эконометрика необходима для прогнозирования, в том числе поведения потребителей, а потому и для планирования. Выборочные исследования, в том числе выборочный контроль, основаны на эконометрике. Но планирование и контроль — основа

контроллинга (см. гл. 3.6 и [16, 17]), поэтому эконометрика — важная составляющая инструментария контролера, воплощенного в компьютерной системе поддержки принятия решений. Прежде всего оптимальных решений, которые предполагают опору на адекватные эконометрические модели. В производственном менеджменте это может означать, например, использование оптимизационных эконометрических моделей типа тех, что применяются при экстремальном планировании эксперимента (они позволяют повысить выход полезного продукта на 30–300 %).

Высокие статистические технологии в эконометрике предполагают адаптацию применяемых методов к меняющейся ситуации. Например, параметры прогностического индекса меняются вслед за изменением характеристик используемых для прогнозирования величин. Таков метод экспоненциального сглаживания. В соответствующем алгоритме расчетов значения временного ряда используются с весами. Веса уменьшаются по мере удаления в прошлое. Многие методы дискриминантного анализа основаны на применении обучающих выборок. Например, для построения рейтинга надежности банков можно с помощью экспертов составить две обучающие выборки — надежных и ненадежных банков. Затем с их помощью решать для вновь рассматриваемого банка, каков он — надежный или ненадежный, а также оценивать его надежность численно, т.е. вычислять значение рейтинга.

Один из способов построения адаптивных эконометрических моделей — нейронные сети [18]. При этом упор делается не на формулировку адаптивных алгоритмов анализа данных, а в большинстве случаев на построение виртуальной адаптивной структуры. Термин «виртуальная» означает, что «нейронная сеть» — это специализированная компьютерная программа. Термин «нейроны» используется лишь при общении человека с компьютером. Методология нейронных сетей идет от идей кибернетики 1940-х гг. В компьютере создается модель мозга человека (весьма примитивная с точки зрения физиолога). Основа модели — весьма простые базовые элементы, называемые нейронами. Они соединены между собой, так что нейронные сети можно сравнить с хорошо знакомыми менеджерам, экономистам и инженерам блок-схемами. Каждый нейрон находится в одном из заданного множества состояний. Он получает импульсы от соседей по сети, изменяет свое состояние и сам рассылает импульсы. В результате состояние множества нейронов изменяется, что соответствует проведению эконометрических вычислений.

Нейроны обычно объединяются в слои (как правило, два-три). Среди них выделяются входной и выходной слои. Перед началом решения той или иной задачи производится настройка. Во-первых, устанавливаются связи между

нейронами, соответствующие решаемой задаче. Во-вторых, проводится обучение, т.е. через нейронную сеть пропускаются обучающие выборки, для элементов которых требуемые результаты расчетов известны. Затем параметры сети модифицируются так, чтобы получить максимальное соответствие выходных значений заданным величинам.

С точки зрения точности расчетов (и оптимальности в том или ином эконометрическом смысле) нейронные сети не имеют преимуществ перед другими адаптивными эконометрическими системами. Однако они более просты для восприятия. Надо отметить, что в эконометрике используются и модели, промежуточные между нейронными сетями и «обычными» системами регрессионных уравнений (одновременных и с лагами). Они тоже используют блок-схемы, как, например, универсальный метод моделирования связей экономических факторов ЖОК [19].

Заметное место в математико-компьютерном обеспечении принятия решений в контроллинге занимают методы теории нечеткости (по-английски — fuzzy theory, причем термин fuzzy переводят на русский язык по-разному: нечеткий, размытый, расплывчатый, туманный, пушистый и др.). Начало современной теории нечеткости положено работой Л.А. Заде 1965 г., хотя истоки прослеживаются со времен Древней Греции [15, 20]. Это направление прикладной математики получило бурное развитие. К настоящему времени по теории нечеткости опубликованы тысячи книг и статей, издается несколько международных журналов (больше половины — в Китае и Японии), постоянно проводятся международные конференции. В области теории нечеткости выполнено достаточно много как теоретических, так и прикладных научных работ, практические приложения дали ощутимый технико-экономический эффект.

В работах Лотфи А. Заде теория нечетких множеств рассматривается как аппарат анализа и моделирования гуманистических систем, т.е. систем, в которых участвует человек. Его подход опирается на предпосылку о том, что элементами мышления человека являются не числа, а элементы некоторых нечетких множеств или классов объектов, для которых переход от «принадлежности» к «непринадлежности» не скачкообразен, а непрерывен. В настоящее время методы теории нечеткости используются почти во всех прикладных областях, в том числе при управлении качеством продукции и технологическими процессами.

Нечеткая математика и логика — мощный элегантный инструмент современной науки, который на Западе и на Востоке (в Японии, Китае) можно встретить в программном обеспечении десятков видов изделий — от бытовых



видеокамер до систем управления вооружениями. В России он был известен с начала 1970-х гг. Однако первая монография российского автора по теории нечеткости [20] была опубликована лишь в 1980 г. В дальнейшем раз в год всесоюзные конференции собирали около 100 участников — по мировым меркам немного.

При изложении теории нечетких множеств обычно не подчеркивается связь с вероятностными моделями. В нашей стране в середине 1970-х гг. установлено [15, 20], что теория нечеткости в определенном смысле сводится к теории случайных множеств. В США подобные работы появились лет на пять позже.

Итак, при решении задач управления, в частности контроллинга, полезны многочисленные интеллектуальные инструменты анализа данных, относящиеся к высоким статистическим технологиям и эконометрике [3].

### 3.3.2. Метод наименьших квадратов для линейной функции

Начнем с задачи точечного и доверительного оценивания линейной прогностической функции одной переменной.

Исходные данные — набор  $n$  пар чисел  $(t_k, x_k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , где  $t_k$  — независимая переменная (например, время), а  $x_k$  — зависимая (например, индекс инфляции, курс доллара США, объем месячного производства или размер дневной выручки торговой точки). Предполагается, что переменные связаны зависимостью:

$$x_k = a(t_k - t_{cp}) + b + e_k, k = 1, 2, \dots, n,$$

где  $a$  и  $b$  — параметры, неизвестные исследователю и подлежащие оцениванию, а  $e_k$  — погрешности, искажающие зависимость. Среднее арифметическое моментов времени:

$$t_{cp} = (t_1 + t_2 + \dots + t_n)/n$$

введено в модель для облегчения дальнейших выкладок.

Обычно оценивают параметры  $a$  и  $b$  линейной зависимости методом наименьших квадратов. Затем восстановленную зависимость используют для точечного и интервального прогнозирования.

Как известно, метод наименьших квадратов был разработан великим немецким математиком и физиком К. Гауссом в 1794 г. Согласно этому методу для расчета наилучшей функции, приближающей линейным образом зависимость  $x$  от  $t$ , следует рассмотреть функцию двух переменных:

$$f(a, b) = \sum_{i=1}^n (x_i - a(t_i - t_{cp}) - b)^2.$$

Оценки метода наименьших квадратов — это такие значения  $a^*$  и  $b^*$ , при которых функция  $f(a, b)$  достигает минимума по всем значениям аргументов. Чтобы найти эти оценки, надо вычислить частные производные от функции  $f(a, b)$  по аргументам  $a$  и  $b$ , приравнять их к 0, затем из полученных уравнений найти оценки. Имеем:

$$\frac{\partial f(a, b)}{\partial a} = \sum_{i=1}^n 2(x_i - a(t_i - t_{cp}) - b)(-t_i + t_{cp}),$$

$$\frac{\partial f(a, b)}{\partial b} = \sum_{i=1}^n 2(x_i - a(t_i - t_{cp}) - b)(-1).$$

Преобразуем правые части полученных соотношений. Вынесем за знак суммы общие множители 2 и  $(-1)$ . Затем рассмотрим слагаемые. Раскроем скобки в первом выражении, получим, что каждое слагаемое разбивается на три. Во втором выражении также каждое слагаемое есть сумма трех. Значит, каждая из сумм разбивается на три суммы. Имеем:

$$\frac{\partial f(a, b)}{\partial a} = (-2) \left( \sum_{i=1}^n x_i(t_i - t_{cp}) - a \sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2 - b \sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp}) \right),$$

$$\frac{\partial f(a, b)}{\partial b} = (-2) \left( \sum_{i=1}^n x_i - a \sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp}) - bn \right).$$

Приравняем частные производные к 0. Тогда в полученных уравнениях можно сократить множитель  $(-2)$ . Поскольку:

$$\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp}) = 0, \tag{1}$$

уравнения приобретают вид:

$$\sum_{i=1}^n x_i(t_i - t_{cp}) - a \sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2 = 0,$$

$$\sum_{i=1}^n x_i - bn = 0.$$

Следовательно, оценки метода наименьших квадратов имеют вид:

$$a^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i(t_i - t_{cp})}{\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2}, \quad b^* = x_{cp} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}. \quad (2)$$

В силу соотношения (1) оценку  $a^*$  можно записать в более симметричном виде:

$$a^* = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})(t_i - t_{cp})}{\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2}. \quad (3)$$

Эту оценку нетрудно преобразовать и к виду:

$$a^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i t_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n t_i \right)^2}. \quad (4)$$

Следовательно, восстановленная функция, с помощью которой можно прогнозировать и интерполировать, имеет вид:

$$x^*(t) = a^*(t - t_{cp}) + b^*.$$

Обратим внимание на то, что использование  $t_{cp}$  в последней формуле ничуть не ограничивает ее общность. Сравним с моделью вида:

$$x_k = ct_k + d + e_k, \quad k = 1, 2, \dots, n.$$

Ясно, что:

$$c = a, \quad d = b - at_{cp}.$$

Аналогичным образом связаны оценки параметров:

$$c^* = a^*, \quad d^* = b^* - a^* t_{cp}.$$

Для получения оценок параметров и прогностической формулы нет необходимости обращаться к какой-либо вероятностной модели. Однако для того, чтобы изучать погрешности оценок параметров и восстановленной функции, т.е. строить доверительные интервалы для  $a^*$ ,  $b^*$  и  $x^*(t)$ , подобная модель необходима.

**Непараметрическая вероятностная модель.** Пусть значения независимой переменной  $t$  детерминированы, а погрешности  $e_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , — независимые одинаково распределенные случайные величины с нулевым математическим ожиданием и дисперсией  $\sigma^2$ , неизвестной исследователю.

В дальнейшем неоднократно будем использовать центральную предельную теорему (ЦПТ) теории вероятностей для величин  $e_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$  (с весами), поэтому для выполнения ее условий необходимо предположить, например, что погрешности  $e_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , финитны или имеют конечный третий абсолютный момент. Однако заострять внимание на этих внутриматематических «условиях регулярности» нет необходимости.

**Асимптотические распределения оценок параметров.** Из формулы (2) следует, что:

$$b^* = \frac{a}{n} \sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp}) + b + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i = b + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i \quad . \quad (5)$$

Согласно ЦПТ оценка  $b^*$  имеет асимптотически нормальное распределение с математическим ожиданием  $b$  и дисперсией  $\sigma^2 / n$ , оценка которой приводится ниже.

Из формул (2) и (5) вытекает, что:

$$x_i - x_{cp} = a(t_i - t_{cp}) + b + e_i - b - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i,$$

$$(x_i - x_{cp})(t_i - t_{cp}) = a(t_i - t_{cp})^2 + e_i(t_i - t_{cp}) - \frac{(t_i - t_{cp})}{n} \sum_{i=1}^n e_i.$$

Последнее слагаемое во втором соотношении при суммировании по  $i$  обращается в 0, поэтому из формул (2–4) следует, что:

$$a^* = a + \sum_{i=1}^n c_i e_i, \quad c_i = \frac{(t_i - t_{cp})}{\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2}. \quad (6)$$

Формула (6) показывает, что оценка  $a^*$  является асимптотически нормальной с математическим ожиданием  $a$  и дисперсией:

$$D(a^*) = \sum_{i=1}^n c_i^2 D(e_i) = \frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2}.$$

Отметим, что многомерная нормальность имеет быть, когда каждое слагаемое в формуле (6) мало сравнительно со всей суммой, т.е.:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \max |t_i - t_{cp}| / \left\{ \sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2 \right\}^{1/2} = 0.$$

Из формул (5) и (6) и исходных предположений о погрешностях вытекает также несмещенность оценок параметров.

Несмещенность и асимптотическая нормальность оценок метода наименьших квадратов позволяют легко указывать для них асимптотические доверительные границы и проверять статистические гипотезы, например о равенстве определенным значениям, прежде всего 0.

**Асимптотическое распределение прогностической функции.** Из формул (5) и (6) следует, что:

$$M(x^*(t)) = M\{a^*(t - t_{cp}) + b^*\} = M(a^*)(t - t_{cp}) + M(b^*) = a(t - t_{cp}) + b = x(t),$$

т.е. рассматриваемая оценка прогностической функции является несмещенной. Поэтому:

$$D(x^*(t)) = D(a^*)(t-t_{cp})^2 + 2M\{(a^*-a)(b^*-b)(t-t_{cp})\} + D(b^*).$$

При этом, поскольку погрешности независимы в совокупности и  $M(e_i) = 0$ , то:

$$M\{(a^*-a)(b^*-b)(t-t_{cp})\} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i (t-t_{cp}) M(e_i^2) = \frac{1}{n} (t-t_{cp}) \sigma^2 \sum_{i=1}^n c_i = 0.$$

Таким образом,

$$D(x^*(t)) = \sigma^2 \left\{ \frac{1}{n} + \frac{(t-t_{cp})^2}{\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2} \right\}.$$

Итак, оценка  $x^*(t)$  является несмещенной и асимптотически нормальной. Для ее практического использования необходимо уметь оценивать остаточную дисперсию  $M(e_i^2) = \sigma^2$ .

**Оценивание остаточной дисперсии.** В точках  $t_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , имеются исходные значения зависимой переменной  $x_k$  и восстановленные значения  $x^*(t_k)$ . Рассмотрим остаточную сумму квадратов:

$$SS = \sum_{i=1}^n (x^*(t_i) - x(t_i))^2 = \sum_{i=1}^n \{(a^*-a)(t_i - t_{cp}) + (b^*-b) - e_i\}^2.$$

В соответствии с формулами (5) и (6):

$$SS = \sum_{i=1}^n \left\{ (t_i - t_{cp}) \sum_{j=1}^n c_j e_j + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n e_j - e_i \right\}^2 = \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^n \left\{ c_j (t_i - t_{cp}) + \frac{1}{n} \right\} e_j - e_i \right\}^2 = \sum_{i=1}^n SS_i.$$

Найдем математическое ожидание каждого из слагаемых:

$$M(SS_i) = \sum_{j=1}^n \left\{ c_j (t_i - t_{cp}) + \frac{1}{n} \right\}^2 \sigma^2 - 2 \left\{ c_i (t_i - t_{cp}) + \frac{1}{n} \right\} \sigma^2 + \sigma^2.$$

Из сделанных ранее предположений вытекает, что при  $n \rightarrow \infty$  имеем  $M(SS_i) \rightarrow \sigma^2$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , следовательно, по закону больших чисел статистика  $SS/n$  является состоятельной оценкой остаточной дисперсии  $\sigma^2$ .

Получением состоятельной оценки остаточной дисперсии завершается последовательность задач, связанных с рассматриваемым простейшим вариантом метода наименьших квадратов. Не представляет труда выписывание верхней и нижней границ для прогностической функции:

$$x_{верх}(t) = a^*(t - t_{cp}) + b^* + \delta(t), \quad x_{нижн}(t) = a^*(t - t_{cp}) + b^* - \delta(t),$$

где погрешность  $\delta(t)$  имеет вид:

$$\delta(t) = U(p)\sigma^* \left\{ \frac{1}{n} + \frac{(t - t_{cp})^2}{\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2} \right\}^{1/2}, \quad \sigma^* = \left( \frac{SS}{n} \right)^{1/2}.$$

Здесь  $p$  — доверительная вероятность,  $U(p)$  — квантиль нормального распределения порядка  $(1+p)/2$ , т.е.:

$$\Phi(U(p)) = \frac{1+p}{2}.$$

При  $p = 0,95$  (наиболее часто применяемое значение) имеем  $U(p) = 1,96$ . Для других доверительных вероятностей соответствующие значения квантилей можно найти в статистических таблицах (см., например, наилучшее в этой сфере издание [21]).

**Сравнение параметрического и непараметрического подходов.** Во многих литературных источниках рассматривается параметрическая вероятностная модель метода наименьших квадратов. В ней предполагается, что погрешности имеют нормальное распределение. Это предположение позволяет математически строго получить ряд выводов. Так, распределения статистик вычисляются точно, а не в асимптотике, соответственно, вместо квантилей нормального распределения используются квантили распределения Стьюдента, а остаточная сумма квадратов  $SS$  делится не на  $n$ , а на  $(n - 2)$ . Ясно, что при росте объема данных различия стираются.

Рассмотренный выше непараметрический подход не использует нереалистическое предположение о нормальности погрешностей. Распределения, встречающиеся в задачах менеджмента, как правило, не являются нормальными [1, 2, 22]. Платой за отказ от нормальности является асимптотический характер результатов. В случае простейшей модели метода наименьших квадратов оба подхода дают практически совпадающие рекомендации. Это не всегда так, не всегда два подхода дают близкие результаты. Например, в задаче обнаружения выбросов методы, опирающиеся на нормальное распределение, нельзя считать обоснованными, и обнаружено это было с помощью непараметрического подхода [22].

**Общие принципы.** Кратко сформулируем несколько общих принципов построения, описания и использования эконометрических методов анализа данных. Во-первых, должны быть четко сформулированы исходные предпосылки, т.е. полностью описана используемая вероятностно-статистическая модель. Во-вторых, не следует принимать предпосылки, которые редко выполняются на практике. В-третьих, алгоритмы расчетов должны быть корректны с точки зрения математико-статистической теории. В-четвертых, алгоритмы должны давать полезные для практики выводы.

Применительно к задаче восстановления зависимостей это означает, что целесообразно применять непараметрический подход, что и сделано выше.

**Пример оценивания по методу наименьших квадратов.** Пусть даны  $n = 6$  пар чисел  $(t_k, x_k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, 6$ , представленных во втором и третьем столбцах табл. 3.17. В соответствии с формулами (2) и (4) выше для вычисления оценок метода наименьших квадратов достаточно найти суммы выражений, представленных в четвертом и пятом столбцах табл. 3.17.

Таблица 3.17.

**Расчет по методу наименьших квадратов  
при построении линейной прогностической функции  
одной переменной**

$i$	$t_i$	$x_i$	$t_i^2$	$t_i x_i$	$a^* t_i$	$\hat{x}_i$	$x_i - \hat{x}_i$	$(x_i - \hat{x}_i)^2$
1	1	12	1	12	3,14	12,17	-0,17	0,03
2	3	20	9	60	9,42	18,45	1,55	2,40



$i$	$t_i$	$x_i$	$t_i^2$	$t_i x_i$	$a^* t_i$	$\hat{x}_i$	$x_i - \hat{x}_i$	$(x_i - \hat{x}_i)^2$
3	4	20	16	80	12,56	21,59	-1,59	2,53
4	7	32	49	224	21,98	31,01	0,99	0,98
5	9	35	81	315	28,26	37,29	-2,29	5,24
6	10	42	100	420	31,40	40,43	1,57	2,46
$\Sigma$	34	161	256	1111	—	—	0,06	13,64
$\frac{\Sigma}{n}$	5,67	26,83	42,67	185,17	—	—	—	—

В соответствии с формулой (2)  $b^* = 26,83$ , а согласно формуле (4):

$$a^* = \frac{1111 - \frac{1}{6} 161 \times 34}{256 - \frac{1}{6} (34)^2} = \frac{1111 - 912,33}{256 - 192,67} = \frac{198,67}{63,33} = 3,14.$$

Следовательно, прогностическая формула имеет вид:

$$\begin{aligned} x^*(t) &= 3,14(t - 5,67) + 26,83 = 3,14t - 3,14 \times 5,67 + 26,83 = \\ &= 3,14t - 17,80 + 26,83 = 3,14t + 9,03. \end{aligned}$$

**Следующий этап анализа данных** — оценка точности приближения функции методом наименьших квадратов. Сначала рассматриваются так называемые восстановленные значения:

$$\hat{x}_i = x^*(t_i), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Это те значения, которые полученная в результате расчетов прогностическая функция принимает в тех точках, в которых известны истинные значения зависимой переменной  $x_i$ .

Вполне естественно сравнить восстановленные и истинные значения. Это и сделано в 6–8 столбцах табл. 3.17. Для простоты расчетов в 6 столбце представлены произведения  $a^* t_i$ , 7 отличается от 6 добавлением константы 9,03 и содержит восстановленные значения. 8 столбец — это разность 3 и 7.

Непосредственный анализ 8 столбца табл. 3.17 показывает, что содержащиеся в нем числа сравнительно невелики по величине по сравнению с 3 столбцом (на порядок меньше по величине). Кроме того, знаки «+» и «-» чередуются. Эти два признака свидетельствуют о правильности расчетов. При

использовании метода наименьших квадратов знаки не всегда чередуются. Однако если сначала идут только плюсы, а потом только минусы (или наоборот, сначала только минусы, а потом только плюсы), то это верный показатель того, что в вычислениях допущена ошибка.

Верно следующее утверждение [1].

**Теорема.**

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i) = 0.$$

Однако сумма по восьмому столбцу дает 0,06, а не 0. Незначительное отличие от 0 связано с ошибками округления при вычислениях. Близость суммы значений зависимой переменной и суммы восстановленных значений — практический критерий правильности расчетов.

В последнем 9 столбце табл. 3.17 приведены квадраты значений из восьмого столбца. Их сумма — это остаточная сумма квадратов  $SS = 13,64$ . В соответствии со сказанным выше оценками дисперсии погрешностей и их среднего квадратического отклонения являются:

$$(\sigma^2)^* = \frac{SS}{n} = \frac{13,4}{6} = 2,27; \quad \sigma^* = \sqrt{\frac{SS}{n}} = \sqrt{\frac{13,4}{6}} = 1,49.$$

Рассмотрим распределения оценок параметров. Оценка  $b^*$  имеет асимптотически нормальное распределение с математическим ожиданием  $b$  и дисперсией, которая оценивается как  $2,27/6 = 0,38$  (здесь считаем, что 6 — «достаточно большое» число). Оценкой среднего квадратического отклонения является 0,615. Следовательно, при доверительной вероятности 0,95 доверительный интервал для параметра  $b$  имеет вид  $(26,83 - 1,96 \times 0,615; 26,83 + 1,96 \times 0,615) = (25,625; 28,035)$ .

В формулах для дисперсий участвует величина:

$$\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2 = \sum_{i=1}^n (t_i^2 - 2t_i t_{cp} + t_{cp}^2) = \sum_{i=1}^n t_i^2 - 2t_{cp} \sum_{i=1}^n t_i + n t_{cp}^2 = \sum_{i=1}^n t_i^2 - n t_{cp}^2.$$

Подставив численные значения, получаем, что:

$$\sum_{i=1}^n t_i^2 - n t_{cp}^2 = 256 - 6(5,67)^2 = 63,1.$$

Дисперсия для оценки  $a^*$  коэффициента при линейном члене прогностической функции оценивается как  $2,27/63,1 = 0,036$ , а среднее квадратическое отклонение — как  $0,19$ . Следовательно, при доверительной вероятности  $0,95$  доверительный интервал для параметра  $a$  имеет вид  $(3,14 - 1,96 \times 0,19; 3,14 + 1,96 \times 0,19) = (2,77; 3,51)$ .

Прогностическая формула с учетом погрешности имеет вид (при доверительной вероятности  $0,95$ ):

$$x^*(t) = 3,14t + 9,03 \pm 1,96 \times 1,49 \sqrt{\frac{1}{6} + \frac{(t-5,67)^2}{63,1}}.$$

В этой записи сохранено происхождение различных составляющих. Упростим:

$$x^*(t) = 3,14t + 9,03 \pm 2,92 \sqrt{\frac{1}{6} + \frac{(t-5,67)^2}{63,1}}.$$

Например, при  $t = 12$  эта формула дает:

$$x^*(12) = 46,71 \pm 2,615.$$

Следовательно, нижняя доверительная граница — это  $44,095$ , а верхняя доверительная граница — это  $49,325$ .

Насколько далеко можно прогнозировать? Обычный ответ таков — до тех пор, пока сохраняется тот стабильный комплекс условий, при котором справедлива рассматриваемая зависимость. Изобретатель метода наименьших квадратов Карл Гаусс исходил из задачи восстановления орбиты астероида (малой планеты) Церера. Движение подобных небесных тел может быть рассчитано на сотни лет, а вот параметры комет (например, срок возвращения) не поддаются столь точному расчету, поскольку за время пребывания в окрестности Солнца сильно меняется масса кометы. В социально-экономической области горизонты надежного прогнозирования еще менее определены (см. разд. 1.2.2). В частности, они сильно зависят от решений центральной власти.

Чтобы выявить роль погрешностей в прогностической формуле, рассмотрим формальный предельный переход  $t \rightarrow \infty$ . Тогда слагаемые  $9,03$ ;  $1/6$ ;  $5,67$  становятся бесконечно малыми, и

$$x^*(t) \approx 3,14t \pm \frac{2,92}{\sqrt{63,1}} t = (3,14 \pm 0,37)t.$$

Таким образом, погрешности составляют около:

$$\frac{100 \times 0,37}{3,14} \% = 11,8\% .$$

от тренда (математического ожидания) прогностической функции. В социально-экономических исследованиях подобные погрешности считаются вполне приемлемыми.

### 3.3.3. Основы линейного регрессионного анализа

Метод наименьших квадратов, рассмотренный выше в простейшем случае, допускает различные обобщения. Например, метод наименьших квадратов дает алгоритм расчетов, если исходные данные — по-прежнему набор  $n$  пар чисел  $(t_k, x_k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , где  $t_k$  — независимая переменная (например, время), а  $x_k$  — зависимая (например, индекс инфляции), а восстанавливать надо не линейную зависимость, а квадратическую:

$$x(t) = at^2 + bt + c.$$

Следует рассмотреть функцию трех переменных:

$$f(a, b, c) = \sum_{k=1}^n (x_k - at_k^2 - bt_k - c)^2.$$

**Оценки метода наименьших квадратов** — это такие значения параметров  $a^*$ ,  $b^*$  и  $c^*$ , при которых функция  $f(a, b, c)$  достигает минимума по всем значениям аргументов. Чтобы найти эти оценки, надо вычислить частные производные от функции  $f(a, b, c)$  по аргументам  $a$ ,  $b$  и  $c$ , приравнять их к 0, затем из полученных уравнений найти оценки. Имеем:

$$\frac{\partial f(a, b, c)}{\partial a} = \sum_{k=1}^n \frac{\partial}{\partial a} (x_k - at_k^2 - bt_k - c)^2 = \sum_{k=1}^n 2(-t_k^2)(x_k - at_k^2 - bt_k - c)^2.$$

Приравнивая частную производную к 0, получаем линейное уравнение относительно трех неизвестных параметров  $a$ ,  $b$ ,  $c$ :

$$a \sum_{k=1}^n t_k^4 + b \sum_{k=1}^n t_k^3 + c \sum_{k=1}^n t_k^2 = \sum_{k=1}^n t_k^2 x_k.$$

Приравнивая частную производную по параметру  $b$  к 0, аналогичным образом получаем уравнение:

$$a \sum_{k=1}^n t_k^3 + b \sum_{k=1}^n t_k^2 + c \sum_{k=1}^n t_k = \sum_{k=1}^n t_k x_k.$$

Наконец, приравнивая частную производную по параметру  $c$  к 0, получаем уравнение:

$$a \sum_{k=1}^n t_k^2 + b \sum_{k=1}^n t_k + cn = \sum_{k=1}^n x_k.$$

Решая систему трех уравнений с тремя неизвестными, находим оценки метода наименьших квадратов.

Другие задачи, рассмотренные в предыдущем пункте (доверительные границы для параметров и прогностической функции и др.), также могут быть решены. Соответствующие алгоритмы более громоздки, чем в предыдущем разделе. Для их записи полезен аппарат матричной алгебры (см., например, одну из лучших в этой области монографий [23]). Для реальных расчетов используют соответствующие компьютерные программы.

Раздел эконометрики, посвященный восстановлению зависимостей, называется регрессионным анализом. Термин «линейный регрессионный анализ» используют, когда рассматриваемая функция линейно зависит от оцениваемых параметров (от независимых переменных зависимость может быть произвольной). Теория оценивания неизвестных параметров хорошо развита именно в случае линейного регрессионного анализа. Если же линейности нет и нельзя перейти к линейной задаче, то, как правило, хороших свойств от оценок ожидать не приходится.

Продемонстрируем подходы в случае зависимостей различного вида. Если зависимость имеет вид многочлена (полинома):

$$x(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \dots + a_m t^m,$$

то коэффициенты многочлена могут быть найдены путем минимизации функции:

$$f(a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_m) = \sum_{k=1}^n (x_k - a_0 - a_1 t_k - a_2 t_k^2 - a_3 t_k^3 - \dots - a_m t_k^m)^2.$$

Функция от  $t$  не обязательно должна быть многочленом. Можно, например, добавить периодическую составляющую, соответствующую сезонным колебаниям. Хорошо известно, например, что инфляция (рост потребительских цен) имеет четко выраженный годовой цикл — в среднем цены быстрее всего растут зимой, в декабре — январе, а медленнее всего (иногда в среднем даже падают) летом, в июле — августе. Пусть для определенности:

$$x(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \dots + a_m t^m + A \sin Bt,$$

тогда неизвестные параметры могут быть найдены путем минимизации функции:

$$f(a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_m, A, B) = \sum_{k=1}^n (x_k - a_0 - a_1 t_k - a_2 t_k^2 - a_3 t_k^3 - \dots - a_m t_k^m - A \sin Bt_k)^2.$$

Пусть  $I(t)$  — индекс инфляции в момент  $t$ . Принцип стабильности условий приводит к гипотезе о постоянстве темпов роста средних цен, т.е. индекса инфляции. Таким образом, естественная модель для индекса инфляции — это

$$I(t) = A e^{Bt}.$$

Эта модель не является линейной, метод наименьших квадратов непосредственно применять нельзя. Однако если прологарифмировать обе части предыдущего равенства:

$$\ln I(t) = \ln A + Bt,$$

то получим линейную зависимость, рассмотренную выше.

Независимых переменных может быть не одна, а несколько. Пусть, например, по исходным данным  $(x_k, y_k, z_k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , требуется оценить неизвестные параметры  $a$  и  $b$  в зависимости:

$$z = ax + by + \varepsilon,$$

где  $\varepsilon$  — погрешность. Это можно сделать, минимизировав функцию:

$$f(a, b) = \sum_{k=1}^n (z_k - ax_k - by_k)^2.$$

Зависимость от  $x$  и  $y$  не обязательно должна быть линейной. Предположим, что из каких-то соображений известно, что зависимость должна иметь вид:

$$z = ax + by + cx^2y + dxy + ey^3 + \varepsilon,$$

тогда для оценки пяти параметров необходимо минимизировать функцию:

$$f(a, b, c, d, e) = \sum_{k=1}^n (z_k - ax_k - by_k - cx_k^2y_k - d x_k y_k - ey_k^3)^2.$$

Более подробно рассмотрим пример из микроэкономики. В одной из оптимизационных моделей поведения фирмы используется так называемая производственная функция  $f(K, L)$ , задающая объем выпуска в зависимости от затрат капитала  $K$  и труда  $L$ . В качестве конкретного вида производственной функции часто используется так называемая функция Кобба — Дугласа:

$$f(K, L) = K^\alpha L^\beta.$$

Однако откуда взять значения параметров  $\alpha$  и  $\beta$ ? Естественно предположить, что они одни и те же для предприятий отрасли. Поэтому целесообразно собрать информацию об этих предприятиях:

$$(f_k, K_k, L_k), \quad k = 1, 2, \dots, n,$$

где  $f_k$  — объем выпуска на  $k$ -м предприятии,  $K_k$  — объем затрат капитала на  $k$ -м предприятии,  $L_k$  — объем затрат труда на  $k$ -м предприятии (в кратком изложении не пытаемся дать точных определений используемым понятиям из экономики предприятия).

По собранной информации естественно попытаться оценить параметры  $\alpha$  и  $\beta$ . Но они входят в зависимость нелинейно, поэтому сразу применить метод наименьших квадратов нельзя. Помогает логарифмирование:

$$\ln f(K, L) = \alpha \ln K + \beta \ln L.$$

Следовательно, целесообразно сделать замену переменных:

$$x_k = \ln K_k, \quad y_k = \ln L_k, \quad z_k = \ln f_k, \quad k = 1, 2, 3, \dots, n,$$

а затем находить оценки параметров  $\alpha$  и  $\beta$ , минимизируя функцию:

$$g(\alpha, \beta) = \sum_{k=1}^n (z_k - \alpha x_k - \beta y_k)^2.$$

Найдем частные производные:

$$\frac{\partial g(\alpha, \beta)}{\partial \alpha} = \sum_{k=1}^n 2(z_k - \alpha x_k - \beta y_k)(-x_k),$$

$$\frac{\partial g(\alpha, \beta)}{\partial \beta} = \sum_{k=1}^n 2(z_k - \alpha x_k - \beta y_k)(-y_k).$$

Приравняем частные производные к 0, сократим на 2, раскроем скобки, перенесем свободные члены вправо. Получим систему двух линейных уравнений с двумя неизвестными:

$$\alpha \sum_{k=1}^n x_k^2 + \beta \sum_{k=1}^n x_k y_k = \sum_{k=1}^n x_k z_k,$$

$$\alpha \sum_{k=1}^n x_k y_k + \beta \sum_{k=1}^n y_k^2 = \sum_{k=1}^n y_k z_k.$$

Таким образом, для вычисления оценок метода наименьших квадратов необходимо найти пять сумм:

$$\sum_{k=1}^n x_k^2, \quad \sum_{k=1}^n x_k y_k, \quad \sum_{k=1}^n y_k^2, \quad \sum_{k=1}^n x_k z_k, \quad \sum_{k=1}^n y_k z_k.$$

Для упорядочения расчета этих сумм может быть использована таблица типа той, что применялась выше. Отметим, что рассмотренная там постановка переходит в разбираемую сейчас при  $y_k = 1$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ .

Подходящая замена переменных во многих случаях позволяет перейти к линейной зависимости. Например, если:

$$y = \frac{1}{a + bx},$$

то замена  $z = 1/y$  приводит к линейной зависимости  $z = a + bx$ . Если  $y = (a + bx)^2$ ,

то замена  $z = \sqrt{y}$  приводит к линейной зависимости  $z = a + bx$ .



Регрессионному анализу (т.е. методам восстановления зависимостей) посвящена огромная литература. Многообразие моделей регрессионного анализа посвящена работа [24]. Он хорошо представлен в программных продуктах по анализу данных, особенно та его часть, которая связана с методом наименьших квадратов. Примером практического применения является прогнозирование продаж на предприятиях оптовой торговли на основе метода наименьших квадратов [25]. Обзор современных эконометрических методов и моделей дан в учебниках [1–2].

### **Список использованной литературы**

1. Орлов А.И. Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.
2. Агаларов З.С., Орлов А.И. Эконометрика. — 2-е изд. — Москва : Дашков и К, 2023. — 380 с.
3. Орлов А.И. Современные эконометрические методы — интеллектуальные инструменты инженера, управленца и экономиста // Научный журнал КубГАУ. — 2016. — № 116. — С. 484–514.
4. Долан Э.Дж., Линдсей Д.Е. Рынок: микроэкономическая модель. — Санкт-Петербург : Автокомп, 1992. — 496 с.
5. Орлов А.И. Отечественная научная школа в области эконометрики // Научный журнал КубГАУ. — 2016. — № 121. — С. 235–261.
6. Орлов А.И. Отечественная научная школа в области организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики // Контроллинг. — 2019. — № 73. — С. 28–35.
7. Орлов А.И. Новая парадигма анализа статистических и экспертных данных в задачах экономики и управления // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — № 98. — С. 1254–1260.
8. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика : монография. — Краснодар : КубГАУ. 2014. — 600 с.
9. Орлов А.И., Луценко Е.В. Анализ данных, информации и знаний в системной нечеткой интервальной математике : монография. — Краснодар : КубГАУ, 2022. — 405 с.
10. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Высокие статистические технологии и системно-когнитивное моделирование в экологии : монография. — Краснодар : КубГАУ, 2019. — 258 с.

11. Орлов А.И. Искусственный интеллект: нечисловая статистика : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 446 с.
12. Орлов А.И. Статистика нечисловых данных — центральная часть современной прикладной статистики // Научный журнал КубГАУ. — 2020. — № 156. — С. 111–142.
13. Орлов А.И. Статистика нечисловых данных за сорок лет (обзор) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. — 2019. — № 11. — С. 69–84.
14. The teaching of statistics // Studies in mathematics education. — Vol. 7. — Paris : UNESCO, 1989. — 258 p.
15. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.
16. Карминский А.М., Оленев Н.И., Примак А.Г. и др. Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях. — Москва : Финансы и статистика, 1998. — 256 с.
17. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга / перевод с немецкого. — Москва : Финансы и статистика, 1997. — 800 с.
18. Бэстенс Д.Э., Берт В.М. ван дер, Вуд Д. Нейронные сети и финансовые рынки: принятие решений в торговых операциях. — Москва : ТВП, 1998. — 236 с.
19. Орлов А.И. Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 843 с.
20. Орлов А.И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные. — Москва : Знание, 1980. — 64 с.
21. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. — Москва : Наука, 1983. — 416 с.
22. Орлов А.И. Прикладной статистический анализ : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 812 с.
23. Себер Дж. Линейный регрессионный анализ. — Москва : Мир, 1980. — 456 с.
24. Орлов А.И. Многообразие моделей регрессионного анализа (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. — 2018. — № 5. — С. 63–73.
25. Емельянова Е.А., Орлов А.И. Методы прогнозирования продаж на предприятиях оптовой торговли // Контроллинг. — 2018. — № 1 (67). — С. 68–76.

### **Контрольные вопросы**

1. Расскажите об эконометрике в России и за рубежом.
2. Что такое «высокие статистические технологии»?

3. Почему необходима эконометрическая поддержка принятия решений в менеджменте?

4. Исходные данные — набор  $n$  пар чисел  $(t_k, x_k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , где  $t_k$  — независимая переменная (например, время), а  $x_k$  — зависимая (например, индекс инфляции) (см. табл. 3.18). Предполагается, что переменные связаны зависимостью:

$$x_k = a t_k + b + e_k, k = 1, 2, \dots, n,$$

где  $a$  и  $b$  — параметры, неизвестные статистике и подлежащие оцениванию, а  $e_k$  — погрешности, искажающие зависимость.

Таблица 3.18

#### Исходные данные для задачи 4

$t_k$	1	3	4	7	9	10
$x_k$	12	20	20	32	35	42

Методом наименьших квадратов оцените параметры  $a$  и  $b$  линейной зависимости. Выпишите восстановленную зависимость.

Вычислите восстановленные значения зависимой переменной, сравните их с исходными значениями (найдите разности) и проверьте условие точности вычислений (при отсутствии ошибок в вычислениях сумма исходных значений должна равняться сумме восстановленных).

Найдите остаточную сумму квадратов и оцените дисперсию погрешностей.

Выпишите точечный прогноз, а также верхнюю и нижнюю доверительные границы для него (для доверительной вероятности 0,95).

Рассчитайте прогнозное значение и доверительные границы для него для момента  $t = 12$ .

Как изменятся результаты, если доверительная вероятность будет увеличена? А если она будет уменьшена?

5. Как в методе наименьших квадратов используются преобразования переменных?

#### Темы докладов, рефератов, исследовательских заданий

1. Примеры практического использования эконометрических методов.
2. Создание и развитие статистики нечисловых данных в России.

3. Разработка алгоритмов расчета доверительных границ и проверки гипотез для непараметрической модели метода наименьших квадратов в случае линейной функции одной переменной.

4. Докажите, что сумма исходных значений зависимой переменной должны быть равна сумме восстановленных значений.

5. Критерии качества регрессионной модели.

6. Использование непараметрических оценок плотности для восстановления зависимости.

### **3.4. ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ**

В главе обсуждаются основные вопросы теории и практики экспертных оценок [1, 2], в том числе связанные с типовыми стадиями экспертного опроса, методами подбора экспертов, разработкой регламентов проведения сбора и анализа экспертных мнений. Рассмотрены основные идеи современной теории измерений, метода согласования кластеризованных ранжировок и ряда других математических методов анализа экспертных оценок.

#### **3.4.1. Зачем менеджеру экспертные оценки?**

Какова будет реакция потребителей на рекламную кампанию? Как изменится социальная, технологическая, экологическая, экономическая, политическая ситуация через десять лет? Будет ли обеспечена экологическая безопасность промышленных производств или же вокруг будет простираться рукотворная пустыня? Достаточно вдуматься в эту постановку вопросов, проанализировать, как десять лет назад мы представляли себе сегодняшний день, чтобы понять, что стопроцентно надежных прогнозов просто не может быть. Вместо утверждений с конкретными числами можно ожидать лишь качественных оценок. Тем не менее мы должны принимать решения, например, об экологических и иных проектах и инвестициях, последствия которых скажутся через десять, двадцать и более лет.

Бесспорно совершенно, что для принятия обоснованных решений необходимо опираться на опыт, знания и интуицию специалистов. После Второй мировой войны в рамках кибернетики, теории управления, менеджмента и исследования операций стала развиваться самостоятельная дисциплина — теория и практика экспертных оценок.

**Методы экспертных оценок** — это методы организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов. Эти мнения обычно

выражены частично в количественной, частично в качественной форме. Экспертные исследования проводят с целью подготовки информации для принятия решений лицом, принимающим решения (ЛПР). Для проведения работы по методу экспертных оценок создают рабочую группу (сокращенно РГ), которая и организует по поручению ЛПР деятельность экспертов, объединенных (формально или по существу) в экспертную комиссию (ЭК).

Экспертные оценки бывают *индивидуальные* и *коллективные*. *Индивидуальные оценки* — это оценки одного специалиста. Например, преподаватель единолично ставит отметку студенту, а врач — диагноз больному. Но в сложных случаях заболевания или при угрозе отчисления студента за плохую учебу обращаются к *коллективному* мнению — симпозиуму врачей или комиссии преподавателей. Аналогичная ситуация — в армии. Обычно командующий принимает решение единолично. Но в сложных и ответственных ситуациях проводят военный совет. Один из наиболее известных примеров такого рода — военный совет 1812 г. в Филях, на котором под председательством М.И. Кутузова решался вопрос: «Давать или не давать французам сражение под Москвой?».

Другой простейший пример экспертных оценок — оценка номеров в КВН. Каждый из членов жюри поднимает фанерку со своей оценкой, а технический работник вычисляет среднюю арифметическую оценку, которая и объявляется как коллективное мнение жюри (ниже мы увидим, что такой подход некорректен с точки зрения теории измерений).

В фигурном катании процедура усложняется — перед усреднением отбрасываются самая большая и самая маленькая оценки. Это делается для того, чтобы не было соблазна завесить оценку одной спортсменке (например, соотечественнице) или занижить другой. Такие резко выделяющиеся из общего ряда оценки будут сразу отброшены.

Экспертные оценки часто используются при выборе: одного варианта технических устройств из нескольких, группы космонавтов из многих претендентов, набора проектов научно-исследовательских работ для финансирования из массы заявок, получателей экологических кредитов из многих желающих, инвестиционных проектов для реализации среди представленных и т. д.

Существует масса методов получения экспертных оценок. В одних с каждым экспертом работают отдельно, он даже не знает, кто еще является экспертом, а потому высказывает свое мнение независимо от авторитетов. В других экспертов собирают вместе для подготовки материалов для ЛПР, при этом эксперты обсуждают проблему друг с другом, учатся друг у друга, и неверные мнения отбрасываются. В одних методах число экспертов фиксировано и таково, чтобы статистические методы проверки согласованности

мнений и затем их усреднения позволяли принимать обоснованные решения. В других число экспертов растет в процессе проведения экспертизы, например при использовании метода «снежного кома» (о нем — ниже). Не меньше существует и методов обработки ответов экспертов, в том числе весьма насыщенных математикой и компьютеризированных.

Один из наиболее известных методов экспертных оценок — это *метод Дельфи*. Название дано по ассоциации с Дельфийским храмом, куда согласно древнему обычаю было принято обращаться для получения поддержки при принятии решений. Он был расположен у выхода ядовитых вулканических газов. Жрицы храма, надышавшись отравы, начинали пророчествовать, произнося непонятные слова. Специальные «переводчики» — жрецы храма — толковали эти слова и отвечали на вопросы пришедших со своими проблемами паломников.

В США в 1960-х гг. методом Дельфи называли экспертную процедуру прогнозирования научно-технического развития. В первом туре эксперты называли вероятные даты тех или иных будущих свершений. Во втором туре каждый эксперт знакомился с прогнозами всех остальных. Если его прогноз сильно отличался от прогнозов основной массы, его просили пояснить свою позицию, и часто он изменял свои оценки, приближаясь к средним значениям. Эти средние значения и выдавались заказчику как групповое мнение. Надо сказать, что реальные результаты исследования оказались довольно скромными: хотя дата высадки американцев на Луну была предсказана с точностью до месяца, все остальные прогнозы провалились — холодного термоядерного синтеза и средства от рака в XX в. человечество не дождалось. Однако сама методика оказалась популярной — за последующие годы она использовалась не менее 40 тыс. раз. Средняя стоимость экспертного исследования по методу Дельфи — 5 тыс. долл. США, но в ряде случаев приходилось расходовать и более крупные суммы — до 130 тыс. долл.

Несколько в стороне от основного русла экспертных оценок лежит *метод сценариев*, применяемый прежде всего для экспертного прогнозирования. Рассмотрим основные идеи технологии сценарных экспертных прогнозов. Экологическое или социально-экономическое прогнозирование, как и любое прогнозирование вообще, может быть успешным лишь при некоторой стабильности условий. Однако решения органов власти, отдельных лиц, иные события меняют условия, и события развиваются по-иному, чем ранее предполагалось. При разработке методологического, программного и информационного обеспечения анализа риска химико-технологических проектов необходимо составить детальный каталог сценариев аварий, связанных с утечками токсических

химических веществ. Каждый из таких сценариев описывает аварию своего типа, со своим индивидуальным происхождением, развитием, последствиями, возможностями предупреждения. Таким образом, метод сценариев — это метод декомпозиции задачи прогнозирования, предусматривающий выделение набора отдельных вариантов развития событий (сценариев), в совокупности охватывающих все возможные варианты развития. При этом каждый отдельный сценарий должен допускать возможность достаточно точного прогнозирования, а общее число сценариев должно быть обозримо.

Возможность подобной декомпозиции не очевидна. При применении метода сценариев необходимо осуществить *два этапа исследования*:

- 1) построение исчерпывающего, но обозримого набора сценариев;
- 2) прогнозирование в рамках каждого конкретного сценария с целью получения ответов на интересующие исследователя вопросы.

Каждый из этих этапов лишь частично формализуем. Существенная часть рассуждений проводится на качественном уровне, как это принято в общественно-экономических и гуманитарных науках. Одна из причин заключается в том, что стремление к излишней формализации и математизации приводит к искусственному внесению определенности там, где ее нет по существу, либо к использованию громоздкого математического аппарата. Так, рассуждения на словесном уровне считаются доказательными в большинстве ситуаций, в то время как попытка уточнить смысл используемых слов с помощью, например, теории нечетких множеств приводит к весьма громоздким математическим моделям. Набор сценариев должен быть обозрим. Приходится исключать различные маловероятные события. Само по себе создание набора сценариев — предмет экспертного исследования. Кроме того, эксперты могут оценить вероятности реализации того или иного сценария. Прогнозирование в рамках каждого конкретного сценария с целью получения ответов на интересующие исследователя вопросы также осуществляется в соответствии с описанной выше методологией прогнозирования. При стабильных условиях могут быть применены статистические методы прогнозирования временных рядов. Однако этому предшествует анализ с помощью экспертов, причем зачастую прогнозирование на словесном уровне является достаточным (для получения интересующих исследователя и ЛПР выводов) и не требующим количественного уточнения.

Как известно, при принятии решений на основе анализа ситуации, в том числе результатов прогнозных исследований, можно исходить из различных критериев. Так, можно ориентироваться на то, что ситуация сложится

наихудшим, или наилучшим, или средним (в каком-либо смысле) образом. Можно попытаться наметить мероприятия, обеспечивающие минимально допустимые полезные результаты при любом варианте развития ситуации, и т.д.

Еще один вариант экспертного оценивания — *мозговой штурм*. Организуется он как собрание экспертов, на выступления которых наложено одно, но очень существенное ограничение — нельзя критиковать предложения других. Можно их развивать, можно высказывать свои идеи, но нельзя критиковать! В ходе заседания эксперты, «заражаясь» друг от друга, высказывают все более экстравагантные соображения. Часа через два записанное на магнитофон или видеокамеру заседание заканчивается, и начинается второй этап мозгового штурма — анализ высказанных идей. Обычно из 100 идей 30 заслуживают дальнейшей проработки, 5–6 дают возможность сформулировать прикладные проекты, а 2–3 оказываются в итоге приносящими полезный эффект — прибыль, повышение экологической безопасности и т.п. При этом интерпретация идей — творческий процесс. Например, при обсуждении возможностей защиты кораблей от торпедной атаки была высказана идея: «Выстроить матросов вдоль борта и дуть на торпеду, чтобы изменить ее курс». После проработки эта идея привела к созданию устройств, создающих волны, которые сбивают торпеду с курса.

### 3.4.2. Основные стадии экспертного опроса

Как показывает опыт проведения экспертных исследований, с точки зрения менеджера — организатора такого исследования, целесообразно выделять следующие стадии проведения экспертного опроса.

1. *Принятие решения* о необходимости проведения экспертного опроса и формулировка лицом, принимающим решения (ЛПР), его цели. Таким образом, инициатива должна исходить от руководства, что в дальнейшем обеспечит успешное решение организационных и финансовых проблем.

2. *Подбор и назначение ЛПР основного состава рабочей группы*, сокращенно РГ (обычно научного руководителя и секретаря). При этом научный руководитель отвечает за организацию и проведение экспертного исследования в целом, а также за анализ собранных материалов и формулировку заключения экспертной комиссии. Он участвует в формировании коллектива экспертов и выдаче задания каждому (вместе с ЛПР или его представителем). Дело секретаря — ведение документации, решение организационных задач.



3. **Разработка РГ** (точнее, ее основным составом, прежде всего научным руководителем и секретарем) и утверждение у ЛПР **технического задания** на проведение экспертного опроса. На этой стадии решение о проведении экспертного опроса приобретает четкость во времени, финансовом, кадровом, материальном и организационном обеспечении. В частности, в РГ выделяются различные группы специалистов — аналитическая, эконометрическая (специалисты по методам анализа данных), компьютерная, по работе с экспертами (например, интервьюеров), организационная. Очень важно для успеха, чтобы все эти направления работ были утверждены ЛПР.

4. **Разработка аналитической группой РГ подробного сценария** (т.е. регламента) проведения сбора и анализа экспертных мнений (оценок). Сценарий включает в себя прежде всего конкретный вид информации, которая будет получена от экспертов (например, тексты (слова), условные градации, числа, ранжировки, разбиения или иные виды объектов нечисловой природы). Так, довольно часто экспертов просят высказаться в свободной форме, ответив при этом на некоторое количество заранее сформулированных вопросов. Кроме того, их просят заполнить формальную карту, в каждом пункте выбрав одну из нескольких градаций. Сценарий должен содержать и конкретные методы анализа собранной информации. Например, вычисление медианы Кемени, статистический анализ люсианов, применение иных методов статистики объектов нечисловой природы и других разделов современной эконометрики. Эта работа ложится на эконометрическую и компьютерную группу РГ. Традиционная ошибка — сначала собрать информацию, а потом думать, что с ней делать. В результате, как показывает опыт, информация используется лишь на 1–2 %.

5. **Подбор экспертов** в соответствии с их компетентностью. На этой стадии РГ составляет список возможных экспертов.

6. **Формирование экспертной комиссии.** На этой стадии РГ проводит переговоры с экспертами, получает их согласие на работу в экспертной комиссии (сокращенно ЭК), возможно, часть намеченных РГ экспертов отказывается по тем или иным причинам. ЛПР утверждает состав экспертной комиссии, возможно, вычеркнув или добавив часть экспертов к предложениям РГ. Проводятся заключение договоров с экспертами об условиях их работы и ее оплаты.

7. **Проведение сбора экспертной информации.** Часто перед этим проводятся набор и обучение интервьюеров — одной из групп, входящих в РГ.

8. Компьютерный *анализ экспертной информации* с помощью включенных в сценарий методов. Ему обычно предшествует введение информации в компьютеры.

9. При применении согласно сценарию экспертной процедуры из нескольких туров — *повторение* двух предыдущих этапов.

10. Итоговый анализ экспертных мнений, интерпретация полученных результатов аналитической группой РГ и *подготовка заключительного документа ЭК* для ЛПР.

11. *Официальное окончание деятельности РГ*, в том числе утверждение ЛПР заключительного документа ЭК, подготовка и утверждение научного и финансового отчетов РГ о проведении исследования, оплата труда экспертов и сотрудников РГ, официальное прекращение деятельности (ропуск) ЭК и РГ.

Разберем подробнее отдельные стадии экспертного исследования.

### 3.4.3. Подбор экспертов

Проблема подбора экспертов является одной из наиболее сложных в теории и практике экспертных исследований. Очевидно, в качестве экспертов необходимо использовать тех людей, чьи суждения наиболее помогут принятию адекватного решения. Но как выделить, найти, подобрать таких людей? Надо прямо сказать, что нет методов подбора экспертов, наверняка обеспечивающих успех экспертизы.

В проблеме подбора экспертов можно выделить *две составляющие* — составление списка возможных экспертов и выбор из них экспертной комиссии в соответствии с компетентностью кандидатов.

Составление списка возможных экспертов облегчается тогда, когда рассматриваемый вид экспертизы проводится многократно. В таких ситуациях обычно ведется реестр возможных экспертов, например в области государственной экологической экспертизы или судейства фигурного катания, из которого можно выбирать по различным критериям или с помощью датчика псевдослучайных чисел.

Как быть, если экспертиза проводится впервые, устоявшиеся списки возможных экспертов отсутствуют? Однако и в этом случае у каждого конкретного специалиста есть некоторое представление о том, что требуется от эксперта в подобной ситуации. Для формирования списка есть полезный метод «снежного кома», при котором от каждого специалиста, привлекаемого в качестве эксперта, получают несколько фамилий тех, кто может быть экспертом

по рассматриваемой тематике. Очевидно, некоторые из этих фамилий встречались ранее в деятельности РГ, а некоторые — новые. Каждого вновь появившегося опрашивают по той же схеме. Процесс расширения списка останавливается, когда новые фамилии практически перестают встречаться. В результате получается достаточно обширный список возможных экспертов. Метод «снежного кома» имеет и недостатки. Число туров до остановки процесса наращивания кома нельзя заранее предсказать. Кроме того, ясно, что если на первом этапе все эксперты были из одного «клана», придерживались в чем-то близких взглядов или занимались сходной деятельностью, то и метод «снежного кома» даст, скорее всего, в основном лиц из этого «клана». Мнения и аргументы других «кланов» будут упущены.

Вопрос об оценке компетентности экспертов не менее сложен. Успешность участия в предыдущих экспертизах — хороший критерий для деятельности дегустатора, врача, судьи в спортивных соревнованиях, т.е. таких экспертов, которые участвуют в длинных сериях однотипных экспертиз. Однако, увы, наиболее интересны и важны уникальные экспертизы больших проектов, не имеющих аналогов. Использование формальных показателей экспертов (должность, ученые степень и звание, стаж, число публикаций), очевидно, в современных условиях может носить лишь вспомогательный характер, хотя подобные показатели проще всего применять.

Часто предлагают использовать методы самооценки и взаимооценки компетентности экспертов. Обсудим их, начав с метода самооценки, при котором эксперт сам дает информацию о том, в каких областях он компетентен, а в каких — нет. С одной стороны, кто лучше может знать возможности эксперта, чем он сам? С другой стороны, при самооценке компетентности скорее оценивается степень самоуверенности эксперта, чем его реальная компетентность. Тем более что само понятие «компетентность» строго не определено. Можно его уточнять, выделяя составляющие, но при этом усложняется предварительная часть деятельности экспертной комиссии. Достаточно часто эксперт преувеличивает свою реальную компетентность. Например, большинство людей считают, что они хорошо разбираются в политике, экономике, проблемах образования и воспитания, семьи и медицины. На самом деле экспертов (и даже знающих людей) в этих областях весьма мало. Бывают отклонения и в другую сторону, излишне критичное отношение к своим возможностям.

При использовании метода взаимооценки, помимо возможности проявления личностных и групповых симпатий и антипатий, играет роль малая осведомленность экспертов о возможностях друг друга. В современных условиях достаточно хорошее знакомство с работами и возможностями друг друга

может быть лишь у специалистов, много лет (не менее 3–4) работающих совместно, в одной комнате, над одной темой. Именно про такие пары можно сказать, что они «вместе пуд соли съели». Однако привлечение таких пар специалистов не очень-то целесообразно, поскольку их взгляды из-за схожести жизненного пути слишком похожи друг на друга.

Если процедура экспертного опроса предполагает непосредственное общение экспертов, необходимо учитывать еще ряд обстоятельств. Большое значение имеют их личностные (социально-психологические) качества. Так, единственный «говорун» может парализовать деятельность всей комиссии на совместном заседании. К срыву могут привести и неприязненные отношения членов комиссии, и сильно различающийся научный и должностной статус членов комиссии. В подобных случаях важно соблюдение регламента работы, разработанного РГ.

Необходимо подчеркнуть, что подбор экспертов в конечном счете — функция рабочей группы, и никакие методики подбора не снимают с нее ответственности. Другими словами, именно на рабочей группе лежит ответственность за компетентность экспертов, за их принципиальную способность решить поставленную задачу. Важным является требование к ЛПП об утверждении списка экспертов. При этом ЛПП может как добавить в комиссию отдельных экспертов, так и вычеркнуть некоторых из них — по собственным соображениям, с которыми членам РГ и ЭК знакомиться нет необходимости.

Существует ряд нормативных документов, регулирующих деятельность экспертных комиссий в тех или иных областях. Примером является Федеральный закон № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» от 23 ноября 1995 г., в котором регламентируется процедура экспертизы «намечаемой хозяйственной или иной деятельности» с целью выявления возможного вреда, который может нанести рассматриваемая деятельность окружающей природной среде.

#### **3.4.4. О разработке регламента проведения сбора и анализа экспертных мнений**

Существует масса методов получения экспертных оценок. В одних с каждым экспертом работают отдельно, он даже не знает, кто еще является экспертом, а потому высказывает свое мнение независимо от авторитетов, «кланов» и отдельных коллег. В других экспертов собирают вместе для подготовки материалов для ЛПП, при этом эксперты обсуждают проблему друг с другом, принимают или отвергают аргументы друг друга, учатся друг у друга, и неверные или недостаточно обоснованные мнения отбрасываются. В одних методах

число экспертов фиксировано и таково, чтобы статистические методы проверки согласованности мнений и затем (в случае достаточно хорошей согласованности мнений) их усреднения позволяли принимать обоснованные решения с точки зрения эконометрики. В других число экспертов растет в процессе проведения экспертизы, например при использовании метода «снежного кома» для формирования команды экспертов.

В настоящее время не существует общепринятой научно обоснованной классификации методов экспертных оценок и тем более однозначных рекомендаций по их применению. Попытка силой утвердить одну из возможных точек зрения может принести лишь вред.

Однако для рассказа о многообразии экспертных оценок необходима какая-либо рабочая классификация методов. Одну из таких возможных классификаций мы даем ниже, перечисляя основания, по которым мы делим экспертные оценки.

Один из основных вопросов — что именно должна представить экспертная комиссия в результате своей работы — информацию для принятия решения ЛПР или проект самого решения? От ответа на этот методологический вопрос зависит организация работы экспертной комиссии, и он служит первым основанием для разбиения методов.

**Цель — сбор информации для ЛПР.** В этом случае рабочая группа должна собрать возможно больше относящейся к делу информации, аргументов «за» и «против» определенных вариантов решений. Полезен следующий метод постепенного увеличения числа экспертов. Сначала первый эксперт приводит свои соображения по рассматриваемому вопросу. Составленный им материал передается второму эксперту, который добавляет свои аргументы. Накопленный материал поступает к следующему — третьему — эксперту... Процедура заканчивается, когда иссякает поток новых соображений.

Отметим, что эксперты в рассматриваемом методе только поставляют информацию, аргументы «за» и «против», но не вырабатывают согласованный проект решения. Нет никакой необходимости стремиться к тому, чтобы экспертные мнения были согласованы между собой. Более того, наибольшую пользу приносят эксперты с мышлением, отклоняющимся от массового. Именно от них следует ожидать наиболее оригинальных аргументов.

**Цель — подготовка проекта решения для ЛПР.** Математические методы в экспертных оценках применяются обычно именно для решения задач, связанных с подготовкой проекта управленческого решения. При этом зачастую некритически принимают догмы согласованности и одномерности. Эти догмы «кочуют» из одной публикации в другую, поэтому целесообразно их обсудить.

**Догма согласованности.** Часто без всяких оснований считается, что решение может быть принято лишь на основе согласованных мнений экспертов. В связи с этим исключают из экспертной группы тех, чье мнение отличается от мнения большинства. При этом отсеиваются как неквалифицированные лица, попавшие в состав экспертной комиссии по недоразумению или по соображениям, не имеющим отношения к их профессиональному уровню, так и наиболее оригинальные мыслители, глубже проникшие в проблему, чем большинство. Следовало бы выяснить их аргументы, предоставить им возможность для обоснования их точек зрения. Вместо этого их мнением пренебрегают.

Бывает и так, что эксперты делятся на две или более групп, имеющих единые групповые точки зрения. Так, известен пример деления специалистов при оценке результатов научно-исследовательских работ на две группы: «теоретиков», явно предпочитающих НИР, в которых получены теоретические результаты, и «практиков», выбирающих те НИР, которые позволяют получать непосредственные прикладные результаты (речь идет о конкурсе НИР в академическом Институте проблем управления (автоматики и телемеханики)). Иногда заявляют, что в случае обнаружения двух или нескольких групп экспертов опрос не достиг цели. Это не так! Цель достигнута — установлено, что единого мнения нет. Это весьма важно. И ЛПР при принятии решений должен это учитывать. Стремление обеспечить согласованность мнений экспертов любой ценой может приводить к сознательному одностороннему подбору экспертов, игнорированию всех точек зрения, кроме одной, наиболее «полюбившейся» рабочей группе (или даже «подсказанной» ЛПР).

Часто не учитывают еще одного чисто эконометрического обстоятельства. Поскольку число экспертов обычно не превышает 20–30, то формальная статистическая согласованность мнений экспертов (установленная с помощью тех или иных критериев проверки статистических гипотез) может сочетаться с реально имеющимся разделением экспертов на группы, что делает дальнейшие расчеты не имеющими отношения к действительности. Для примера обратимся к конкретным методам расчетов с помощью коэффициентов конкуренции на основе коэффициентов ранговой корреляции Кендалла или Спирмена. Необходимо напомнить, что, согласно эконометрической теории, положительный результат проверки согласованности таким способом означает ни больше ни меньше как отклонение гипотезы о независимости и равномерной распределенности мнений экспертов на множестве всех ранжировок. Таким образом, проверяется нулевая гипотеза, согласно которой ранжировки, описывающие мнения экспертов, являются независимыми случайными бинарными отноше-

ниями, равномерно распределенными на множестве всех ранжировок. Отклонение этой нулевой гипотезы толкуется как согласованность ответов экспертов. Другими словами, мы падаем жертвой заблуждений, вытекающих из своеобразного толкования слов: проверка согласованности в указанном математико-статистическом смысле вовсе не является проверкой согласованности в смысле практики экспертных оценок. (Именно ущербность рассматриваемых математико-статистических методов анализа ранжировок привела группу специалистов к разработке нового эконометрического аппарата для проверки согласованности — непараметрических методов, основанных на так называемых люсианах и входящих в современный раздел эконометрики — статистику нечисловых данных.) Группы экспертов с близкими методами можно выделить эконометрическими методами кластер-анализа.

**Мнения диссидентов.** С целью искусственно добиться согласованности стараются уменьшить влияние мнений экспертов-диссидентов, т.е. инакомыслящих по сравнению с большинством. Жесткий способ борьбы с диссидентами состоит в игнорировании их мнений, т.е. фактически в их исключении из состава экспертной комиссии. Отбраковка экспертов, как и отбраковка резко выделяющихся результатов наблюдений (выбросов), приводит к процедурам, имеющим плохие или неизвестные статистические свойства. Так, известна крайняя неустойчивость классических методов отбраковки выбросов по отношению к отклонениям от предпосылок модели. Мягкий способ борьбы с диссидентами состоит в применении робастных (устойчивых) статистических процедур. Простейший пример: если ответ эксперта — действительное число, то резко выделяющееся мнение диссидента сильно влияет на среднее арифметическое ответов экспертов и не влияет на их медиану. Поэтому разумно в качестве согласованного мнения рассматривать медиану. Однако при этом игнорируются (не достигают ЛПР) аргументы диссидентов. В любом из двух способов борьбы с диссидентами ЛПР лишается информации, идущей от диссидентов, а потому может принять необоснованное решение, которое впоследствии приведет к отрицательным последствиям. С другой стороны, представление ЛПР всего набора мнений снимает часть ответственности и труда по подготовке окончательного решения с комиссии экспертов и рабочей группы по проведению экспертного опроса и перекладывает эти ответственность и труд на плечи ЛПР.

**Догма одномерности.** Распространен довольно примитивный подход, согласно которому объект экспертизы всегда можно оценить одним числом.

Странная идея! Оценивать человека одним числом приходило в голову лишь на невольничьих рынках. Вряд ли даже самые рьяные квалиметристы рассматривают книгу или картину как эквивалент числа — ее «рыночной стоимости».

Вместе с тем нельзя полностью отрицать саму идею поиска обобщенных показателей качества, технического уровня и аналогичных. Так, каждый объект можно оценивать по многим показателям качества. Например, легковой автомобиль можно оценивать по таким показателям: расход бензина на 100 км пути (в среднем); надежность (средняя стоимость ремонта за год); экологическая безопасность, оцениваемая по содержанию вредных веществ в выхлопных газах; маневренность; быстрота набора скорости 100 км/час после начала движения; максимально достигаемая скорость; длительность сохранения в салоне положительной температуры при низкой наружной температуре (–50 градусов по Цельсию) и выключенном двигателе; дизайн (привлекательность и «модность» внешнего вида и отделки салона); вес и т.д. Можно ли свести оценки по этим показателям вместе? Определяющей является конкретная ситуация, для которой выбирается автомашина. Максимально достигаемая скорость важна для гонщика, но, как нам представляется, не имеет большого практического значения для водителя рядовой частной машины, особенно в городе с суровым ограничением на максимальную скорость. Для такого водителя важнее расход бензина, маневренность и надежность. Для машин различных государственных служб, видимо, надежность важнее, чем для частника, а расход бензина — наоборот. Для районов Крайнего Севера важна теплоизоляция салона, а для южных районов — нет. И т.д. Таким образом, важна конкретная (узкая) постановка задачи перед экспертами. Но такой постановки зачастую нет. Тогда «игры» по разработке обобщенного показателя качества, например в виде линейной функции от перечисленных переменных, не могут дать объективные выводы. Альтернативой единственному обобщенному показателю является математический аппарат типа многокритериальной оптимизации — множества Парето и т.д.

В некоторых случаях все-таки можно глобально сравнить объекты — например, с помощью тех же экспертов получить упорядочение рассматриваемых объектов — изделий или проектов. Тогда можно ПОДОБРАТЬ коэффициенты при отдельных показателях так, чтобы упорядочение с помощью линейной функции возможно точнее соответствовало глобальному упорядочению (например, найти эти коэффициенты методом наименьших квадратов). Наоборот, в подобных случаях НЕ СЛЕДУЕТ оценивать указанные коэффициенты с помощью экспертов. Эта простая идея до сих пор не стала очевидной для



отдельных составителей методик по проведению экспертных опросов и анализу их результатов. Они упорно стараются заставить экспертов делать то, что они выполнить не в состоянии, — указывать веса, с которыми отдельные показатели качества должны входить в итоговый обобщенный показатель. Эксперты обычно могут сравнить объекты или проекты в целом, но не могут вычленить вклад отдельных факторов. Раз организаторы опроса спрашивают, эксперты отвечают, но эти ответы не несут в себе надежной информации о реальности.

**Второе основание классификации экспертных процедур — число туров.** Экспертизы могут включать один тур, некоторое фиксированное число туров (два, три, ...) или неопределенное число туров. Чем больше туров, тем более тщательным является анализ ситуации, поскольку эксперты при этом обычно много раз возвращаются к рассмотрению предмета экспертизы. Но одновременно увеличивается общее время на экспертизу и возрастает ее стоимость. Можно уменьшить расходы, вводя в экспертизу не всех экспертов сразу, а постепенно. Так, например, если цель состоит в сборе аргументов «за» и «против», то первоначальный перечень аргументов может быть составлен одним экспертом. Второй добавит к нему свои аргументы. Суммарный материал поступит к первому и третьему, которые внесут свои аргументы и контраргументы. И так далее — добавляется по одному эксперту на каждый новый тур. Наибольшие сложности вызывают процедуры с заранее неопределенным числом туров, например «снежный ком». Часто задают максимально возможное число туров, и тогда неопределенность сводится к тому, придется ли проводить это максимальное число туров или удастся ограничиться меньшим числом.

**Третье основание классификации экспертных процедур — организация общения экспертов.** Рассмотрим достоинства и недостатки каждого из элементов шкалы: отсутствие общения — заочное анонимное общение — заочное общение без анонимности — очное общение с ограничениями — очное общение без ограничений. *При отсутствии общения* эксперт высказывает свое мнение, ничего не зная о других экспертах и об их мнениях. Он полностью независим, что и хорошо, и плохо. Обычно такая ситуация соответствует однотуровой экспертизе. *Заочное анонимное общение*, например, как в методе Дельфи, означает, что эксперт знакомится с мнениями и аргументами других экспертов, но не знает, кто именно высказал то или иное положение. Следовательно, в экспертизе должно быть предусмотрено хотя бы два тура. *Заочное общение без анонимности* соответствует, например, общению по Интернету. Все варианты заочной экспертизы хороши тем, что нет необходимости собирать экспертов вместе, следовательно, находить для этого удобное время

и место. При очных экспертизах эксперты говорят, а не пишут, как при заочных, и потому успевают за то же время сказать существенно больше. *Очная экспертиза с ограничениями* весьма распространена. Это собрание, идущее по фиксированному регламенту. Примером является военный совет в императорской русской армии, когда эксперты (офицеры и генералы) высказывались в порядке от младшего (по чину и должности) к старшему. Наконец, **очная экспертиза без ограничений** — это свободная дискуссия. Все очные экспертизы имеют недостатки, связанные с возможностями отрицательного влияния на их проведение социально-психологических свойств и клановых (партийных) пристрастий участников, а также неравенства их профессионального, должностного, научного статусов. Представьте себе, что соберутся вместе 5 лейтенантов и 3 генерала. Независимо от того, какая информация имеется у того или иного участника встречи, ход ее предсказать нетрудно: генералы будут говорить, а лейтенанты — помалкивать.

**Комбинация различных видов экспертизы.** Реальные экспертизы часто представляют собой комбинации различных описанных выше типов экспертиз. В качестве примера рассмотрим защиту студентом дипломного проекта. Сначала идет многотуровая очная экспертиза, проводимая научным руководителем и консультантами, в результате студент подготавливает проект к защите. Затем два эксперта работают заочно — это автор отзыва сторонней организации и заведующий кафедрой, допускающий работу к защите. Обратите внимание на различие задач этих экспертов и объемов выполняемой ими работы — один пишет подробный отзыв, второй росписью на титульном листе проекта разрешает его защиту. Наконец — очная экспертиза без ограничений (для членов государственной аттестационной комиссии). Дипломный проект оценивается коллегиально, по большинству голосов, при этом один из экспертов (научный руководитель) знает работу подробно, а остальные — в основном лишь по докладу. Таким образом, имеем сочетание многотуровой и однотуровой, заочных и очных экспертиз. Подобные сочетания характерны для многих реально проводящихся экспертиз.

#### **3.4.5. Современная теория измерений и экспертные оценки**

Для дальнейшего более углубленного рассмотрения проблем экспертных оценок понадобятся некоторые понятия так называемой **репрезентативной теории измерений** (кратко РТИ), служащей основой теории экспертных оценок, прежде всего той ее части, которая связана с анализом заключений экспертов, выраженных в качественном (а не в количественном) виде.

Мнения экспертов часто выражены в порядковой шкале (подробнее о шкалах говорится ниже), т.е. эксперт может сказать (и обосновать), что один показатель качества продукции более важен, чем другой, первый технологический объект более опасен, чем второй, и т.д. Но он не в состоянии сказать, во сколько раз или на сколько более важен, соответственно, более опасен. Экспертов часто просят дать ранжировку (упорядочение) объектов экспертизы, т.е. расположить их в порядке возрастания (или убывания) интенсивности интересующей организаторов экспертизы характеристики. **Ранг** — это номер (объекта экспертизы) в упорядоченном ряду. Формально ранги выражаются числами 1, 2, 3, ..., но с этими числами нельзя делать привычные арифметические операции. Например, хотя  $1 + 2 = 3$ , но нельзя утверждать, что для объекта, стоящего на третьем месте в упорядочении, интенсивность изучаемой характеристики равна сумме интенсивностей объектов с рангами 1 и 2. Так, один из видов экспертного оценивания — оценки учащихся. Вряд ли кто-либо будет утверждать, что знания отличника равны сумме знаний двоечника и троечника (хотя  $5 = 2 + 3$ ), хорошист соответствует двум двоечникам ( $2 + 2 = 4$ ), а между отличником и троечником такая же разница, как между хорошистом и двоечником ( $5 - 3 = 4 - 2$ ). Очевидно, что для анализа подобного рода качественных данных необходима не всем известная арифметика, а другая теория, дающая базу для разработки, изучения и применения конкретных методов расчета. Это и есть РТИ. Надо иметь в виду, что в настоящее время термин «теория измерений» применяется для обозначения целого ряда научных дисциплин: классической метрологии, РТИ, некоторых других направлений, например алгоритмической теории измерений.

Сначала РТИ развивалась как теория психофизических измерений. Основоположник РТИ американский психолог С.С. Стивенс основное внимание уделял шкалам измерения. Характерен следующий этап развития РТИ. Один из томов выпущенной в США в 1950-х гг. «Энциклопедии психологических наук» назывался «Психологические измерения». Значит, составители этого тома расширили сферу применения РТИ с психофизики на психологию в целом. В основной статье в этом сборнике под названием, обратите внимание, «Основы теории измерений» изложение шло на абстрактно-математическом уровне, без привязки к какой-либо конкретной области применения. В этой статье упор был сделан на «гомоморфизмах эмпирических систем с отношениями в числовые» (в эти математические термины здесь вдаваться нет необходимости), и математическая сложность возросла по сравнению с работами С.С. Стивенса.

Уже в одной из первых отечественных статей по РТИ (конец 1960-х гг.) было установлено, что баллы, присваиваемые экспертами при оценке объектов

экспертизы, как правило, измерены в порядковой шкале. Отечественные работы, появившиеся в начале 1970-х гг., привели к существенному расширению области использования РТИ. Ее применяли к педагогической квалиметрии (измерению качества знаний учащихся), в системных исследованиях, в различных задачах теории экспертных оценок, для агрегирования показателей качества продукции, в социологических исследованиях и др.

В качестве двух основных проблем РТИ наряду с установлением типа шкалы был выдвинут поиск алгоритмов анализа данных, результат работы которых не меняется при любом допустимом преобразовании шкалы (т.е. является инвариантным относительно этого преобразования).

**Основные шкалы измерения.** В соответствии с РТИ при математическом моделировании реального явления или процесса следует прежде всего установить, в каких типах шкал измерены те или иные переменные. Тип шкалы задает группу допустимых преобразований. Допустимые преобразования не меняют соотношений между объектами измерения. Например, при измерении длины переход от аршин к метрам не меняет соотношений между длинами рассматриваемых объектов — если первый объект длиннее второго, то это будет установлено и при измерении в аршинах, и при измерении в метрах.

Укажем основные виды шкал измерения и соответствующие группы допустимых преобразований. В *шкале наименований* (другое название — номинальная шкала) допустимыми являются все взаимно однозначные преобразования. В этой шкале числа используются лишь как метки. Примерно так же, как при сдаче белья в прачечную, т.е. лишь для различения объектов. В шкале наименований измерены, например, номера телефонов, автомашин, паспортов, студенческих билетов. Пол людей тоже измерен в шкале наименований, результат измерения принимает два значения — мужской, женский. Раса, национальность, цвет глаз, волос — номинальные признаки. Номера букв в алфавите — тоже измерения в шкале наименований. Никому в здравом уме не придет в голову складывать или умножать номера телефонов, такие операции не имеют смысла. Сравнить буквы и говорить, например, что буква П лучше буквы С, также никто не будет. Единственное, для чего годятся измерения в шкале наименований — это различать объекты. Во многих случаях только это от них и требуется. Например, шкафчики в раздевалках для взрослых различают по номерам, т.е. числам, а в детских садах используют рисунки, поскольку дети еще не знают чисел.

В *порядковой шкале* числа используются для установления порядка между объектами. Простейшим примером являются оценки знаний учащихся. Символично, что в средней школе применяются оценки 2, 3, 4, 5, а в высшей

ровно тот же смысл выражается словесно — неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично. Этим подчеркивается «нечисловой» характер оценок знаний учащихся. В порядковой шкале допустимыми являются все строго возрастающие преобразования.

Установление типа шкалы, т.е. задание группы допустимых преобразований шкалы измерения, — дело специалистов соответствующей прикладной области. Так, оценки привлекательности профессий мы, выступая в качестве социологов, считали измеренными в порядковой шкале. Однако отдельные социологи не соглашались с нами, полагая, что выпускники школ пользуются шкалой с более узкой группой допустимых преобразований, например интервальной шкалой. Очевидно, эта проблема относится не к математике, а к наукам о человеке. Для ее решения может быть поставлен достаточно трудоемкий эксперимент. Пока же он не поставлен, целесообразно принимать порядковую шкалу, так как это гарантирует от возможных ошибок.

Оценки экспертов, как уже отмечалось, часто следует считать измеренными в порядковой шкале. Типичным примером являются задачи ранжирования и классификации промышленных объектов, подлежащих экологическому страхованию (см. ниже).

Почему мнения экспертов естественно выражать именно в порядковой шкале? *Как показали многочисленные опыты*, человек более правильно (и с меньшими затруднениями) отвечает на вопросы качественного, например сравнительного, характера, чем количественного. Так, ему легче сказать, какая из двух гирь тяжелее, чем указать их примерный вес в граммах.

Используется много других известных примеров порядковых шкал. Так, например, в минералогии используется шкала Мооса, по которой минералы классифицируются согласно критерию твердости, а именно: тальк имеет балл 1, гипс — 2, кальций — 3, флюорит — 4, апатит — 5, ортоклаз — 6, кварц — 7, топаз — 8, корунд — 9, алмаз — 10. Порядковыми шкалами в географии являются боффортова шкала ветров (штиль, слабый ветер, умеренный ветер и т.д.), шкала силы землетрясений. В медицине порядковыми шкалами являются шкала стадий гипертонической болезни (по Мясникову), шкала степеней сердечной недостаточности (по Стражеско — Василенко — Лангу), шкала степени выраженности коронарной недостаточности (по Фогельсону). Номера домов также измерены в порядковой шкале. При оценке качества продукции и услуг в так называемой квалиметрии (буквальный перевод: измерение каче-

ства) популярны порядковые шкалы, а именно единица продукции оценивается как годная или негодная. При более тщательном анализе используется шкала с тремя градациями: есть значительные дефекты — присутствуют только незначительные дефекты — нет дефектов.

При оценке экологических воздействий первая оценка обычно порядковая: природная среда стабильна — природная среда угнетена (деградирует). Аналогично в эколого-медицинской шкале: нет выраженного воздействия на здоровье людей — отмечается отрицательное воздействие на здоровье. Порядковая шкала используется и в иных областях.

**Порядковая шкала и шкала наименований** — основные шкалы качественных признаков, поэтому во многих конкретных областях результаты качественного анализа можно рассматривать как измерения по этим шкалам.

**Шкалы количественных признаков** — это шкалы интервалов, отношений, разностей, абсолютная. По шкале интервалов измеряют величину потенциальной энергии или координату точки на прямой. В этих случаях на шкале нельзя отметить ни естественное начало отсчета, ни естественную единицу измерения. Допустимыми преобразованиями в шкале интервалов являются линейные возрастающие преобразования, т.е. линейные функции. Температурные шкалы Цельсия и Фаренгейта связаны именно такой зависимостью:  $C^0 = 5/9 (F^0 - 32)$ , где  $C^0$  — температура по шкале Цельсия, а  $F^0$  — температура по шкале Фаренгейта.

Из количественных шкал наиболее распространенными в науке и практике являются **шкалы отношений**. В них есть естественное начало отсчета — нуль, т.е. отсутствие величины, но нет естественной единицы измерения. По шкале отношений измерены большинство физических единиц: масса тела, длина, заряд, а также цены в экономике. Допустимыми преобразованиями по шкале отношений являются подобные (изменяющие только масштаб). Другими словами, линейные возрастающие преобразования без свободного члена.

Время измеряется по **шкале разностей**, если год принимаем естественной единицей измерения, и по шкале интервалов в общем случае. Естественного начала отсчета указать на современном уровне знаний нельзя. Дату сотворения мира различные авторы рассчитывают по-разному, равно как и момент рождения Христа. Так, согласно новой статистической хронологии Господь Иисус Христос родился в 1152 г. н.э. (по принятому ныне летоисчислению) и был казнен в 1185 г. в Стамбуле (он же — Царьград, Византия, Троя, Иерусалим, Рим).

Только для **абсолютной шкалы** результаты измерений — числа в обычном смысле слова. Примером является число людей в комнате. Для абсолютной шкалы допустимым является только тождественное преобразование.

В процессе развития соответствующей области знания тип шкалы может меняться. Так, сначала температура измерялась по **порядковой шкале** (холоднее — теплее). Затем — по **интервальной** (шкалы Цельсия, Фаренгейта, Реомюра). Наконец, после открытия абсолютного нуля температуру следует считать измеренной по **шкале отношений** (шкала Кельвина). Надо отметить, что среди специалистов иногда имеются разногласия по поводу того, по каким шкалам следует считать измеренными те или иные реальные величины. Другими словами, процесс измерения включает в себя и определение типа шкалы (вместе с обоснованием).

**Инвариантные алгоритмы и средние величины.** Основное требование к алгоритмам анализа данных формулируется в РТИ так: выводы, сделанные на основе данных, измеренных в шкале определенного типа, не должны меняться при допустимом преобразовании шкалы измерения этих данных. Другими словами, выводы должны быть инвариантны по отношению к допустимым преобразованиям шкалы.

Таким образом, одна из основных целей теории измерений — борьба с субъективизмом исследователя при приписывании численных значений реальным объектам. Так, расстояния можно измерять в аршинах, метрах, микронах, милях, парсеках и других единицах измерения. Массу (вес) — в пудах, килограммах, фунтах и др. Цены на товары и услуги можно указывать в юанях, рублях, тенге, гривнах, латах, кронах, марках, долларах США и в других валютах (при условии заданных курсов пересчета). Подчеркнем очень важное, хотя и вполне очевидное обстоятельство: выбор единиц измерения зависит от исследователя, т.е. субъективен. Статистические выводы могут быть адекватны реальности только тогда, когда они не зависят от того, какую единицу измерения предпочтет исследователь, т.е. когда они инвариантны относительно допустимого преобразования шкалы.

В качестве примера рассмотрим обработку мнений экспертов, измеренных в порядковой шкале. Пусть  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  — совокупность оценок экспертов, «выставленных» одному объекту экспертизы (например, одному из вариантов стратегического развития фирмы),  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  — второму (другому варианту такого развития).

Как сравнивать эти совокупности? Очевидно, самый простой способ — по средним значениям. А как вычислять средние? Известны различные виды средних величин: среднее арифметическое, медиана, мода, среднее геометри-

ческое, среднее гармоническое, среднее квадратическое. Обобщением нескольких из перечисленных является среднее по Колмогорову. Для чисел  $X_1, X_2, \dots, X_n$  среднее по Колмогорову вычисляется по формуле:

$$G\{(F(X_1)+F(X_2)+\dots+F(X_n))/n\},$$

где  $F$  — строго монотонная функция,  $G$  — функция, обратная к  $F$ . Среди средних по Колмогорову много хорошо известных персонажей. Так, если  $F(x) = x$ , то среднее по Колмогорову — это среднее арифметическое, если  $F(x) = \ln x$ , то среднее геометрическое, если  $F(x) = 1/x$ , то среднее гармоническое, если  $F(x) = x^2$ , то среднее квадратическое, и т.д. С другой стороны, такие популярные средние, как медиана и мода, нельзя представить в виде средних по Колмогорову.

Общее понятие средней величины введено французским математиком первой половины XIX в. академиком О. Коши. Оно таково: средней величиной является любая функция  $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ , такая, что при всех возможных значениях аргументов значение этой функции не меньше, чем минимальное из чисел  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , и не больше, чем максимальное из этих чисел. Среднее по Колмогорову — частный случай среднего по Коши. Медиана и мода, хотя и не являются средними по Колмогорову, но тоже средние по Коши.

При допустимом преобразовании шкалы значение средней величины, очевидно, меняется. Но выводы о том, для какой совокупности среднее больше, а для какой — меньше, не должны меняться (в соответствии с требованием инвариантности выводов, принятым как основное требование в РТИ). Сформулируем соответствующую математическую задачу поиска вида средних величин, результат сравнения которых устойчив относительно допустимых преобразований шкалы.

Пусть  $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$  — среднее по Коши. Пусть среднее по первой совокупности меньше среднего по второй совокупности:

$$f(Y_1, Y_2, \dots, Y_n) < f(Z_1, Z_2, \dots, Z_n). \quad (1)$$

Согласно РТИ для устойчивости результата сравнения средних необходимо, чтобы для любого допустимого преобразования  $g$  из группы допустимых преобразований в соответствующей шкале было справедливо также неравенство:

$$f(g(Y_1), g(Y_2), \dots, g(Y_n)) < f(g(Z_1), g(Z_2), \dots, g(Z_n)), \quad (2)$$



т.е. среднее преобразованных значений из первой совокупности также было меньше среднего преобразованных значений для второй совокупности. Причем сформулированное условие должно быть верно для любых двух совокупностей  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  и  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  и, напомним, любого допустимого преобразования  $g$ . Согласно РТИ только такими средними можно пользоваться при анализе мнений экспертов и иных данных, измеренных в рассматриваемой шкале.

С помощью математической теории, развитой А.И. Орловым в 1970-х гг. [3], удается описать вид допустимых средних в основных шкалах. В шкале наименований понятие среднего не имеет смысла. Из всех средних по Коши с непрерывной функцией  $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$  в порядковой шкале в качестве средних можно использовать только члены вариационного ряда (порядковые статистики), в частности медиану (при нечетном объеме выборки; при четном же объеме следует применять один из двух центральных членов вариационного ряда — как их иногда называют, левую медиану или правую медиану), но не среднее арифметическое, среднее геометрическое и т.д. Если отказаться от требования непрерывности  $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ , то допустимым средним в порядковой шкале является также мода. В шкале интервалов из всех средних по Колмогорову можно применять только среднее арифметическое. В шкале отношений из всех средних по Колмогорову устойчивыми относительно сравнения являются только степенные средние и среднее геометрическое. Доказательства этих теорем опубликованы в [3, 4].

Приведем численный пример, показывающий некорректность использования среднего арифметического  $f(X_1, X_2) = (X_1 + X_2)/2$  в порядковой шкале. Пусть  $Y_1 = 1, Y_2 = 11, Z_1 = 6, Z_2 = 8$ . Тогда  $f(Y_1, Y_2) = 6$ , что меньше, чем  $f(Z_1, Z_2) = 7$ . Пусть строго возрастающее преобразование  $g$  таково, что  $g(1) = 1, g(6) = 6, g(8) = 8, g(11) = 99$ . Таких преобразований много. Например, можно положить  $g(x) = x$  при  $x$ , не превосходящих 8, и  $g(x) = 99(x - 8)/3 + 8$  для  $x$ , больших 8. Тогда  $f(g(Y_1), g(Y_2)) = 50$ , что больше, чем  $f(g(Z_1), g(Z_2)) = 7$ . Как видим, в результате допустимого, т.е. строго возрастающего, преобразования шкалы упорядоченность средних изменилась.

Приведенные результаты о средних величинах широко применяются, причем не только в теории экспертных оценок или социологии, но и, например, для анализа методов агрегирования датчиков в АСУ ТП доменных печей. Велико прикладное значение РТИ в задачах стандартизации и управления качеством, в частности в квалиметрии. Здесь есть и интересные теоретические результаты. Так, например, любое изменение коэффициентов весомости

единичных показателей качества продукции приводит к изменению упорядочения изделий по средневзвешенному показателю (эта теорема доказана профессором В.В. Подиновским [5]).

**Методы средних баллов.** В настоящее время распространены экспертные, маркетинговые, квалиметрические, социологические и иные опросы, в которых опрашиваемых просят выставить баллы объектам, изделиям, технологическим процессам, предприятиям, проектам, заявкам на выполнение научно-исследовательских работ, идеям, проблемам, программам, политикам и т.п., а затем рассчитывают средние баллы и рассматривают их как интегральные оценки, выставленные коллективом опрошенных. Какими формулами пользоваться для вычисления средних величин? Ведь средних величин, как мы знаем, очень много разных видов. Обычно применяют среднее арифметическое. Уже более 30 лет известно, что *такой способ некорректен*, поскольку баллы обычно измерены в порядковой шкале (см. выше). Обоснованным является использование медиан в качестве средних баллов. Однако полностью игнорировать средние арифметические нецелесообразно из-за их привычности и распространенности. В связи с этим целесообразно использовать одновременно оба метода — и метод средних арифметических рангов (баллов), и метод медианных рангов. Такая рекомендация находится в согласии с концепцией устойчивости, рекомендующей использовать различные методы для обработки одних и тех же данных с целью выделить выводы, получаемые одновременно при всех методах. Такие выводы, видимо, соответствуют реальной действительности, в то время как заключения, меняющиеся от метода к методу, зависят от субъективизма исследователя, выбирающего метод обработки исходных экспертных оценок.

**Пример сравнения восьми проектов.** Рассмотрим конкретный пример применения только что сформулированного подхода. По заданию руководства фирмы анализировались восемь проектов, предлагаемых для включения в план стратегического развития фирмы. Они были обозначены следующим образом: Д, Л, М–К, Б, Г–Б, Сол, Стеф, К (по фамилиям менеджеров, предложивших их для рассмотрения). Все проекты были направлены 12 экспертам, назначенным правлением фирмы. В приведенной ниже табл. 3.19 приведены ранги восьми проектов, присвоенные им каждым из 12 экспертов в соответствии с представлением экспертов о целесообразности включения проекта в стратегический план фирмы. При этом эксперт присваивает ранг 1 самому лучшему проекту, который обязательно надо реализовать. Ранг 2 получает от эксперта второй по привлекательности проект, ..., наконец, ранг 8 — наиболее сомнительный проект, который реализовывать стоит лишь в последнюю очередь. Анализируя

результаты работы экспертов (т.е. табл. 3.19), члены правления фирмы были вынуждены констатировать, что полного согласия между экспертами нет, а потому данные, приведенные в табл. 3.19, следует подвергнуть более тщательному математическому анализу.

Таблица 3.19

**Ранги 8 проектов по степени привлекательности  
для включения в план стратегического развития фирмы**

№ эксперта	Д	Л	М–К	Б	Г–Б	Сол	Стеф	К
1.	5	3	1	2	8	4	6	7
2.	5	4	3	1	8	2	6	7
3.	1	7	5	4	8	2	3	6
4.	6	4	2,5	2,5	8	1	7	5
5.	8	2	4	6	3	5	1	7
6.	5	6	4	3	2	1	7	8
7.	6	1	2	3	5	4	8	7
8.	5	1	3	2	7	4	6	8
9.	6	1	3	2	5	4	7	8
10.	5	3	2	1	8	4	6	7
11.	7	1	3	2	6	4	5	8
12.	1	6	5	3	8	4	2	7

*Примечание.* Эксперт № 4 считает, что проекты М–К и Б равноценны, но уступают лишь одному проекту — проекту Сол. Поэтому проекты М–К и Б должны были бы стоять на втором и третьем местах и получить баллы 2 и 3. Поскольку они равноценны, то получают средний балл  $(2 + 3)/2 = 5/2 = 2,5$ .

**Метод средних арифметических рангов.** Сначала был применен метод средних арифметических рангов. Для этого прежде всего была подсчитана сумма рангов, присвоенных проектам (см. табл. 3.19). Затем эта сумма была разделена на число экспертов, в результате рассчитан средний арифметический ранг (именно эта операция дала название методу). По средним рангам строится итоговая ранжировка (в другой терминологии — упорядочение), исходя из принципа — чем меньше средний ранг, тем лучше проект.

Наименьший средний ранг, равный 2,625, у проекта Б, следовательно, в итоговой ранжировке он получает ранг 1. Следующая по величине сумма, равная 3,125, у проекта М–К, и он получает итоговый ранг 2. Проекты Л и Сол имеют одинаковые суммы (равные 3,25), значит, с точки зрения экспертов, они

равноценны (при рассматриваемом способе сведения вместе мнений экспертов), а потому они должны бы стоять на 3 и 4 местах и получают средний балл  $(3 + 4)/2 = 3,5$ . Дальнейшие результаты приведены в табл. 3.20 ниже. Итак, ранжировка по суммам рангов (или, что то же самое, по средним арифметическим рангам) имеет вид:

$$Б < М-К < \{Л, Сол\} < Д < Стеф < Г-Б < К. \quad (3)$$

Здесь запись типа «А<Б» означает, что проект А предшествует проекту Б (т.е. проект А лучше проекта Б). Поскольку проекты Л и Сол получили одинаковую сумму баллов, то по рассматриваемому методу они эквивалентны, а потому объединены в группу (в фигурных скобках). В терминологии математической статистики ранжировка (3) имеет одну связь.

Таблица 3.20

**Результаты расчетов по методу средних арифметических  
и методу медиан для данных, приведенных в табл.3.19**

Статистические характеристики	Д	Л	М-К	Б	Г-Б	Сол	Стеф	К
Сумма рангов	60	39	37,5	31,5	76	39	64	85
Среднее арифметическое рангов	5	3,25	3,125	2,625	6,333	3,25	5,333	7,083
Итоговый ранг по среднему арифметическому	5	3,5	2	1	7	3,5	6	8
Медианы рангов	5	3	3	2,25	7,5	4	6	7
Итоговый ранг по медианам	5	2,5	2,5	1	8	4	6	7

**Метод медиан рангов.** Значит, итог расчетов — ранжировка (3), и на ее основе предстоит принимать решение? Но тут наиболее знакомый с современной эконометрикой член правления вспомнил, что ответы экспертов измерены в порядковой шкале, а потому для них неправомерно проводить усреднение методом средних арифметических. Надо использовать метод медиан. Что это значит? Надо взять ответы экспертов, соответствующие одному из проектов, например проекту Д. Это ранги 5, 5, 1, 6, 8, 5, 6, 5, 6, 5, 7, 1. Затем их надо

расположить в порядке неубывания (проще было бы сказать «в порядке возрастания»), но поскольку некоторые ответы совпадают, то приходится использовать непривычный термин «неубывание»). Получим последовательность: 1, 1, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 7, 8. На центральных местах — шестом и седьмом — стоят 5 и 5. Следовательно, медиана равна 5.

Медианы совокупностей из 12 рангов, соответствующих определенным проектам, приведены в предпоследней строке табл. 3.20. (При этом медианы вычислены по обычным правилам статистики — как среднее арифметическое центральных членов вариационного ряда.) Итоговое упорядочение по методу медиан приведено в последней строке таблицы. Ранжировка (т.е. упорядочение — итоговое мнение комиссии экспертов) по медианам имеет вид:

$$Б < \{М-К, Л\} < Сол < Д < Стеф < К < Г-Б. \quad (4)$$

Поскольку проекты Л и М-К имеют одинаковые медианы баллов, то по рассматриваемому методу ранжирования они эквивалентны, а потому объединены в группу (кластер), т.е. с точки зрения математической статистики ранжировка (4) имеет одну связь.

**Сравнение ранжировок по методу средних арифметических и методу медиан.** Сравнение ранжировок (3) и (4) показывает их близость (похожесть). Можно принять, что проекты М-К, Л, Сол упорядочены как М-К < Л < Сол, но из-за погрешностей экспертных оценок в одном методе признаны равноценными проекты Л и Сол (ранжировка (3)), а в другом — проекты М-К и Л (ранжировка (4)). Существенным является только расхождение, касающееся упорядочения проектов К и Г-Б: в ранжировке (3) Г-Б < К, а в ранжировке (4), наоборот, К < Г-Б. Однако эти проекты наименее привлекательные из восьми рассматриваемых, и при выборе наиболее привлекательных проектов для дальнейшего обсуждения и использования это расхождение не существенно.

Рассмотренный пример демонстрирует сходство и различие ранжировок, полученных по методу средних арифметических рангов и по методу медиан, а также пользу от их совместного применения.

### 3.4.6. Метод согласования кластеризованных ранжировок

Проблема состоит в выделении общего нестрогого порядка из набора кластеризованных ранжировок (на статистическом языке — ранжировок со связями). Этот набор может отражать мнения нескольких экспертов или быть

получен при обработке мнений экспертов различными методами. В разделе разобран метод согласования кластеризованных ранжировок, позволяющий «загнать» противоречия внутрь специальным образом построенных кластеров (групп), в то время как упорядочение кластеров соответствует всем исходным упорядочениям.

В различных прикладных областях возникает необходимость анализа нескольких кластеризованных ранжировок объектов. К таким областям относятся, прежде всего, экология, инженерный бизнес, менеджмент, экономика, социология, прогнозирование, научные и технические исследования и т.д., особенно те их разделы, что связаны с экспертными оценками (см., например, [6, 7]). В качестве объектов могут выступать образцы продукции, технологии, математические модели, проекты, кандидаты на должность и др. Кластеризованные ранжировки могут быть получены как с помощью экспертов, так и объективным путем, например при сопоставлении математических моделей с экспериментальными данными с помощью того или иного критерия качества. Описанный ниже метод был разработан в связи с проблемами химической безопасности биосферы и экологического страхования.

Рассмотрим метод построения кластеризованной ранжировки, согласованной (в раскрытом ниже смысле) со всеми рассматриваемыми кластеризованными ранжировками. При этом противоречия между отдельными исходными ранжировками оказываются заключенными внутри кластеров согласованной ранжировки. В результате упорядоченность кластеров отражает общее мнение экспертов, точнее, то общее, что содержится в исходных ранжировках.

В кластеры заключены объекты, по поводу которых некоторые из исходных ранжировок противоречат друг другу. Для их упорядочения необходимо провести новые исследования. Эти исследования могут быть как формально-математическими (например, вычисление медианы Кемени (см. следующий раздел), упорядочение по средним рангам или по медианам и т.п.), так и требовать привлечения новой информации из соответствующей прикладной области, возможно, проведения дополнительных научных или прикладных работ.

Введем необходимые понятия, затем сформулируем алгоритм согласования кластеризованных ранжировок в общем виде и рассмотрим его свойства.

Пусть имеется конечное число объектов, которые мы для простоты изложения будем изображать натуральными числами  $1, 2, 3, \dots, k$  и называть «носителем». Под *кластеризованной ранжировкой, определенной на заданном носителе*, понимаем следующую математическую конструкцию. Пусть объекты

разбиты на группы, которые будем называть кластерами. В кластере может быть и один элемент. Входящие в один кластер объекты будем заключать в фигурные скобки. Например, объекты 1, 2, 3, ..., 10 могут быть разбиты на 7 кластеров: {1}, {2, 3}, {4}, {5, 6, 7}, {8}, {9}, {10}. В этом разбиении один кластер {5, 6, 7} содержит три элемента, другой — {2, 3} — два, остальные пять — по одному элементу. Кластеры не имеют общих элементов, а объединение их (как множеств) есть все рассматриваемое множество объектов.

**Вторая составляющая кластеризованной ранжировки** — это строгий линейный порядок между кластерами. Задано, какой из них первый, какой второй и т.д. Будем изображать упорядоченность с помощью знака <. При этом кластеры, состоящие из одного элемента, будем для простоты изображать без фигурных скобок. Тогда кластеризованную ранжировку на основе введенных выше кластеров можно изобразить так:  $A = [1 < \{2, 3\} < 4 < \{5, 6, 7\} < 8 < 9 < 10]$ . Конкретные кластеризованные ранжировки будем заключать в квадратные скобки. Если для простоты речи термин «кластер» применять только к кластеру не менее чем из 2-х элементов, то можно сказать, что в кластеризованную ранжировку  $A$  входят два кластера — {2, 3} и {5, 6, 7} и 5 отдельных элементов.

Введенная описанным образом кластеризованная ранжировка является бинарным отношением на множестве {1, 2, 3, ..., 10}. Его структура такова. Задано отношение эквивалентности с 7-ю классами эквивалентности, а именно {2, 3}, {5, 6, 7}, а остальные состоят из оставшихся 5 отдельных элементов. Затем введен строгий линейный порядок между классами эквивалентности. Введенный математический объект известен в литературе как «ранжировка со связями» (М. Холлендер, Д. Вулф), «упорядочение» (Дж. Кемени, Дж. Снелл), «квазисерия» (Б.Г. Миркин), «совершенный квазипорядок» (Ю.А. Шрейдер [8, с. 127, 130]). Учитывая разнобой в терминологии, мы ввели термин «**кластеризованная ранжировка**», поскольку в нем явным образом названы основные элементы изучаемого математического объекта — кластеры, рассматриваемые на этапе согласования ранжировок как классы эквивалентности, и ранжировка — строгий совершенный порядок между ними (в терминологии [8, гл. IV]).

Следующее важное понятие — **противоречивость**. Оно определяется для четверки — две кластеризованные ранжировки на одном и том же носителе и два различных объекта — элементы того же носителя. При этом два элемента из одного кластера будем связывать символом равенства = как эквивалентные.

Пусть  $A$  и  $B$  — две кластеризованные ранжировки. Пару объектов  $(a, b)$  назовем «противоречивой» относительно  $A$  и  $B$ , если эти два элемента по-разному упорядочены в  $A$  и  $B$ , т.е.  $a < b$  в  $A$  и  $a > b$  в  $B$  (первый вариант противоречивости) либо  $a > b$  в  $A$  и  $a < b$  в  $B$  (второй вариант противоречивости). Отметим, что в соответствии с этим определением пара объектов  $(a, b)$ , эквивалентная хотя бы в одной кластеризованной ранжировке, не может быть противоречивой, поскольку  $a = b$  не образует «противоречия» ни с  $a < b$ , ни с  $a > b$ .

В качестве примера рассмотрим кластеризованную ранжировку  $A$  и еще две кластеризованные ранжировки  $B = [\{1, 2\} < \{3, 4, 5\} < 6 < 7 < 9 < \{8, 10\}]$ ,  $C = [3 < \{1, 4\} < 2 < 6 < \{5, 7, 8\} < \{9, 10\}]$ .

Совокупность противоречивых пар объектов для двух кластеризованных ранжировок  $A$  и  $B$  назовем «ядром противоречий» и обозначим  $S(A, B)$ . Для рассмотренных выше в качестве примеров трех кластеризованных ранжировок  $A, B$  и  $C$ , определенных на одном и том же носителе  $\{1, 2, 3, \dots, 10\}$ , имеем  $S(A, B) = [(8, 9)]$ ,  $S(A, C) = [(1, 3), (2, 4)]$ ,  $S(B, C) = [(1, 3), (2, 3), (2, 4), (5, 6), (8, 9)]$ . Как при ручном, так и при программном нахождении ядра противоречий можно в поисках противоречивых пар просматривать пары  $(1, 2), (1, 3), (1, 4), \dots, (1, k)$ , затем  $(2, 3), (2, 4), \dots, (2, k)$ , потом  $(3, 4), \dots, (3, k)$  и т.д., вплоть до  $(k-1, k)$ .

Пользуясь понятиями дискретной математики, «ядро противоречий» можно изобразить графом с вершинами в точках носителя. При этом противоречивые пары задают ребра этого графа. Граф для  $S(A, B)$  имеет только одно ребро (одна связная компонента более чем из одной точки), для  $S(A, C)$  — 2 ребра (две связные компоненты более чем из одной точки), для  $S(B, C)$  — 5 ребер (три связные компоненты более чем из одной точки  $\{1, 2, 3, 4\}$ ,  $\{5, 6\}$  и  $\{8, 9\}$ ).

Каждую кластеризованную ранжировку, как и любое бинарное отношение, можно задать матрицей  $\|x(a, b)\|$  из 0 и 1 порядка  $k \times k$ . При этом  $x(a, b) = 1$  тогда и только тогда, когда  $a < b$  либо  $a = b$ . В первом случае  $x(b, a) = 0$ , а во втором  $x(b, a) = 1$ . При этом хотя бы одно из чисел  $x(a, b)$  и  $x(b, a)$  равно 1. Из определения противоречивости пары  $(a, b)$  вытекает, что для нахождения всех таких пар достаточно поэлементно перемножить две матрицы  $\|x(a, b)\|$  и  $\|y(a, b)\|$ , соответствующие двум кластеризованным ранжировкам, и отобрать те и только те пары, для которых  $x(a, b)y(a, b) = x(b, a)y(b, a) = 0$ .

Предлагаемый алгоритм согласования некоторого числа кластеризованных ранжировок состоит из трех этапов. На первом выделяются противоречивые пары объектов во всех парах кластеризованных ранжировок. На втором



формируются кластеры итоговой кластеризованной ранжировки (т.е. классы эквивалентности — связные компоненты графов, соответствующих объединению попарных ядер противоречий). На третьем этапе эти кластеры (классы эквивалентности) упорядочиваются. Для установления порядка между кластерами произвольно выбирается один объект из первого кластера и второй — из второго, порядок между кластерами устанавливается такой же, какой имеет быть между выбранными объектами в любой из рассматриваемых кластеризованных ранжировок. Корректность подобного упорядочивания, т.е. его независимость от выбора той или иной пары объектов, вытекает из соответствующих теорем, доказанных в статьях [6, 7]. Два объекта из разных кластеров согласующей кластеризованной ранжировки могут оказаться эквивалентными в одной из исходных кластеризованных ранжировок (т.е. находиться в одном кластере). В таком случае надо рассмотреть упорядоченность этих объектов в какой-либо другой из исходных кластеризованных ранжировок. Если же во всех исходных кластеризованных ранжировках два рассматриваемых объекта находились в одном кластере, то естественно считать (и это является уточнением к этапу 3 алгоритма), что они находятся в одном кластере и в согласующей кластеризованной ранжировке.

Результат согласования кластеризованных ранжировок  $A, B, C, \dots$  обозначим  $f(A, B, C, \dots)$ . Тогда  $f(A, B) = [1 < 2 < 3 < 4 < 5 < 6 < 7 < \{8, 9\} < 10]$ ,  $f(A, C) = [\{1, 3\} < \{2, 4\} < 6 < \{5, 7\} < 8 < 9 < 10]$ ,  $f(B, C) = [\{1, 2, 3, 4\} < \{5, 6\} < 7 < \{8, 9\} < 10]$ ,  $f(A, B, C) = f(B, C) = [\{1, 2, 3, 4\} < \{5, 6\} < 7 < \{8, 9\} < 10]$ . В случае  $f(A, B)$  дополнительного изучения с целью упорядочения требуют только объекты 8 и 9. В случае  $f(B, C)$  объекты 1, 2, 3, 4 объединились в один кластер, т.е. кластеризованные ранжировки оказались настолько противоречивыми, что процедура согласования не позволила провести достаточно полную декомпозицию задачи нахождения итогового мнения экспертов.

*Замечание.* В  $f(A, C)$  объекты 5 и 7 объединены в кластер потому, что и в  $A$ , и в  $C$  они равноценны. Таким образом, кластер  $\{5, 7\}$  имеет другие свойства, чем остальные, — в нем нет элементов, образующих противоречивые пары, наоборот, его элементы равноценны в обоих исходных упорядочениях.

Рассмотрим некоторые свойства алгоритмов согласования. Пусть  $D = f(A, B, C, \dots)$ . Если  $a < b$  в согласующей кластеризованной ранжировке  $D$ , то  $a < b$  или  $a = b$  в каждой из исходных ранжировок  $A, B, C, \dots$ . Построение согласующих кластеризованных ранжировок может осуществляться поэтапно. В частности,  $f(A, B, C) = f(f(A, B), f(A, C), f(B, C))$ . Ясно, что ядро противоречий для набора кластеризованных ранжировок является объединением таких ядер

для всех пар рассматриваемых ранжировок. Построение согласующих кластеризованных ранжировок нацелено на выделение общего упорядочения в исходных кластеризованных ранжировках. Однако при этом некоторые общие свойства исходных кластеризованных ранжировок могут теряться. Так, при согласовании ранжировок  $B$  и  $C$ , рассмотренных выше, противоречия в упорядочении элементов 1 и 2 не было — в ранжировке  $B$  эти объекты входили в один кластер, т.е.  $1 = 2$ , в то время как  $1 < 2$  в кластеризованной ранжировке  $C$ . Значит, при их отдельном рассмотрении можно принять упорядочение  $1 < 2$ . Однако в  $f(B, C)$  они попали в один кластер, т.е. возможность их упорядочения исчезла. Это связано с поведением объекта 3, который «перескочил» в  $C$  на первое место и «увлек с собой в противоречие» пару (1, 2), образовав противоречивые пары и с 1, и с 2. Другими словами, связная компонента графа, соответствующего ядру противоречий, сама по себе не всегда является полным графом. Недостающие ребра при этом соответствуют парам типа (1, 2), которые сами по себе не являются противоречивыми, но «увлекаются в противоречие» другими парами.

Необходимость согласования кластеризованных ранжировок возникает, в частности, при разработке методики применения экспертных оценок в задачах экологического страхования и химической безопасности биосферы. Как уже говорилось, популярным является метод упорядочения по средним рангам, в котором итоговая ранжировка строится на основе средних арифметических рангов, выставленных отдельными экспертами [1, 7]. Однако из теории измерений известно (см. выше, а подробнее — [3, гл. 3] и [1]), что более обоснованным является использование не средних арифметических, а медиан. Вместе с тем метод средних рангов весьма известен и широко применяется, так что просто отбросить его нецелесообразно. В связи с этим было принято решение об одновременном применении обоих методов. Реализация этого решения потребовала разработки методики согласования двух указанных кластеризованных ранжировок.

Рассматриваемый метод согласования кластеризованных ранжировок построен в соответствии с методологией теории устойчивости [3, 9], согласно которой результат обработки данных, инвариантный относительно метода обработки, соответствует реальности, а результат расчетов, зависящий от метода обработки, отражает субъективизм исследователя, а не объективные соотношения.

### 3.4.7. Математические методы анализа экспертных оценок

При анализе мнений экспертов можно применять самые разнообразные статистические методы, описывать их — значит описывать всю прикладную статистику [10]. Тем не менее можно выделить основные широко используемые в настоящее время методы математической обработки экспертных оценок — это проверка согласованности мнений экспертов (или классификация экспертов, если нет согласованности) и усреднение мнений экспертов внутри согласованной группы.

Поскольку ответы экспертов во многих процедурах экспертного опроса — не числа, а такие объекты нечисловой природы, как градации качественных признаков, ранжировки, разбиения, результаты парных сравнений, нечеткие предпочтения и т.д., то для их анализа оказываются полезными методы статистики объектов нечисловой природы [11].

**Почему ответы экспертов часто носят нечисловой характер?** Наиболее общий ответ состоит в том, что люди не мыслят числами. В мышлении человека используются образы, слова, но не числа. Поэтому требовать от эксперта ответ в форме чисел — значит насиловать его разум. Даже в экономике предприниматели, принимая решения, лишь частично опираются на численные расчеты. Это видно из условного (т.е. определяемого произвольно принятыми соглашениями, обычно оформленными в виде инструкций) характера балансовой прибыли, амортизационных отчислений и других экономических показателей. Поэтому фраза типа «фирма стремится к максимизации прибыли» не может иметь строго определенного смысла. Достаточно спросить: «Максимизация прибыли — за какой период?», и сразу станет ясно, что степень оптимальности принимаемых решений зависит от горизонта планирования (на экономико-математическом уровне этот сюжет рассмотрен в монографии [9]).

Эксперт может сравнить два объекта, сказать, какой из двух лучше (метод парных сравнений), дать им оценки типа «хороший», «приемлемый», «плохой», упорядочить несколько объектов по привлекательности, но обычно не может ответить, во сколько раз или на сколько один объект лучше другого. Другими словами, ответы эксперта обычно измерены в порядковой шкале или являются ранжировками, результатами парных сравнений и другими объектами нечисловой природы, но не числами. Распространенное заблуждение состоит в том, что ответы экспертов стараются рассматривать как числа, занимаются «оцифровкой» их мнений, приписывая этим мнениям численные значения — баллы, которые потом обрабатывают с помощью методов прикладной

статистики как результаты обычных физико-технических измерений. В случае произвольности «оцифровки» выводы, полученные в результате обработки данных, могут не иметь отношения к реальности.

**Проверка согласованности мнений экспертов и классификация экспертных мнений.** Ясно, что мнения разных экспертов различаются. Важно понять, насколько велико это различие. Если мало — усреднение мнений экспертов позволит выделить то общее, что есть у всех экспертов, отбросив случайные отклонения в ту или иную сторону. Если велико — усреднение является чисто формальной процедурой. Так, если представить себе, что ответы экспертов равномерно покрывают поверхность бублика, то формальное усреднение укажет на центр дырки от бублика, а такого мнения не придерживается ни один эксперт. Из сказанного ясна важность проблемы проверки согласованности мнений экспертов.

Разработан ряд методов такой проверки. Статистические методы проверки согласованности зависят от математической природы ответов экспертов. Соответствующие статистические теории весьма трудны, если эти ответы — ранжировки или разбиения, и достаточно просты, если ответы — результаты независимых парных сравнений. Отсюда вытекает рекомендация по организации экспертного опроса: не старайтесь сразу получить от эксперта ранжировку или разбиение, ему трудно это сделать, да и имеющиеся математические методы не позволяют далеко продвинуться в анализе подобных данных. Например, рекомендуют проверять согласованность ранжировок с помощью коэффициента ранговой конкордации Кендалла — Смита [12]. Но давайте вспомним, какая статистическая модель при этом используется. Проверяется нулевая гипотеза, согласно которой ранжировки независимы и равномерно распределены на множестве всех ранжировок. Если эта гипотеза принимается, то, конечно, ни о какой согласованности мнений экспертов говорить нельзя. А если отклоняется? Тоже нельзя. Например, может быть два (или больше) центра, около которых группируются ответы экспертов. Нулевая гипотеза отклоняется. Но разве можно говорить о согласованности?

Эксперту гораздо легче на каждом шагу сравнивать только два объекта. Пусть он занимается парными сравнениями. Непараметрическая теория парных сравнений (теория люсианов) позволяет решать более сложные задачи, чем статистика ранжировок или разбиений. В частности, вместо гипотезы равномерного распределения можно рассматривать гипотезу однородности, т.е. вместо совпадения всех распределений с одним фиксированным (равномерным) можно проверять лишь совпадение распределений мнений экспертов

между собой, что естественно трактовать как согласованность их мнений. Таким образом, удастся избавиться от неестественного предположения равномерности.

При отсутствии согласованности экспертов естественно разбить их на группы сходных по мнению. Это можно сделать различными методами статистики объектов нечисловой природы, относящимися к кластер-анализу, предварительно введя метрику в пространство мнений экспертов. Идея американского математика Джона Кемени об аксиоматическом введении метрик (см. ниже) нашла многочисленных продолжателей. Однако методы кластер-анализа обычно являются эвристическими. В частности, невозможно с позиций статистической теории обосновать «законность» объединения двух кластеров в один. Имеется важное исключение — для независимых парных сравнений (люсианов) разработаны методы, позволяющие проверять возможность объединения кластеров как статистическую гипотезу. Это еще один аргумент за то, чтобы рассматривать теорию лусианов как ядро математических методов экспертных оценок [1, 11].

**Нахождение итогового мнения комиссии экспертов.** Пусть мнения комиссии экспертов или какой-то ее части признаны согласованными. Каково же итоговое (среднее, общее) мнение комиссии? Согласно идее Джона Кемени [13] следует найти среднее мнение как *решение оптимизационной задачи*, а именно надо минимизировать суммарное расстояние от кандидата в средние до мнений экспертов. Найденное таким способом среднее мнение называют «медианой Кемени».

Математическая сложность состоит в том, что мнения экспертов лежат в некотором пространстве объектов нечисловой природы. Общая теория подобного усреднения построена в ряде работ, в частности показано, что в силу обобщения закона больших чисел среднее мнение при увеличении числа экспертов (чьи мнения независимы и одинаково распределены) приближается к некоторому пределу, который естественно назвать *математическим ожиданием* (случайного элемента, имеющего то же распределение, что и ответы экспертов).

В конкретных пространствах нечисловых мнений экспертов вычисление медианы Кемени может быть достаточно сложным делом. Кроме свойств пространства, велика роль конкретных метрик. Так, в пространстве ранжировок при использовании метрики, связанной с коэффициентом ранговой корреляции Кендалла, необходимо проводить достаточно сложные расчеты [14], в то время как применение показателя различия на основе коэффициента ранговой корреляции Спирмена приводит к упорядочению по средним рангам.

**Бинарные отношения и расстояние Кемени.** Как известно, бинарное отношение  $A$  на конечном множестве  $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_k\}$  — это подмножество декартова квадрата  $Q^2 = \{(q_m, q_n), m, n = 1, 2, \dots, k\}$ . При этом пара  $(q_m, q_n)$  входит в  $A$  тогда и только тогда, когда между  $q_m$  и  $q_n$  имеется рассматриваемое отношение. Каждую кластеризованную ранжировку, как и любое бинарное отношение, можно задать матрицей  $\|x(a, b)\|$  из 0 и 1 порядка  $k \times k$ . При этом  $x(a, b) = 1$  тогда и только тогда, когда  $a < b$  либо  $a = b$ . В первом случае  $x(b, a) = 0$ , а во втором  $x(b, a) = 1$ . При этом хотя бы одно из чисел  $x(a, b)$  и  $x(b, a)$  равно 1.

Как использовать связь между ранжировками и матрицами? Например, из определения противоречивости пары  $(a, b)$  (см. выше, раздел о теории измерений) вытекает, что для нахождения всех таких пар можно воспользоваться матрицами, соответствующими ранжировкам. Достаточно поэлементно перемножить две матрицы  $\|x(a, b)\|$  и  $\|y(a, b)\|$ , соответствующие двум кластеризованным ранжировкам, и отобрать те и только те пары, для которых  $x(a, b)y(a, b) = x(b, a)y(b, a) = 0$ .

В экспертных методах используют, в частности, такие бинарные отношения, как ранжировки (упорядочения, или разбиения на группы, между которыми имеется строгий порядок), отношения эквивалентности, толерантности (отношения сходства). Как следует из сказанного выше, каждое бинарное отношение  $A$  можно описать матрицей  $\|a(i, j)\|$  из 0 и 1, причем  $a(i, j) = 1$  тогда и только тогда, когда  $q_i$  и  $q_j$  находятся в отношении  $A$ , и  $a(i, j) = 0$  в противном случае.

**Определение.** Расстоянием Кемени между бинарными отношениями  $A$  и  $B$ , описываемыми матрицами  $\|a(i, j)\|$  и  $\|b(i, j)\|$  соответственно, называется число  $D(A, B) = \sum |a(i, j) - b(i, j)|$ , где суммирование производится по всем  $i, j$  от 1 до  $k$ , т.е. расстояние Кемени между бинарными отношениями равно сумме модулей разностей элементов, стоящих на одних и тех же местах в соответствующих им матрицах.

Легко видеть, что **расстояние Кемени** — это число несовпадающих элементов в матрицах  $\|a(i, j)\|$  и  $\|b(i, j)\|$ . Расстояние Кемени основано на некоторой системе аксиом. Эта система аксиом и вывод из нее формулы для расстояния Кемени между упорядочениями содержатся в книге [13], которая сыграла большую роль в развитии в нашей стране такого научного направления, как анализ нечисловой информации [10, 11]. В дальнейшем под влиянием Кемени были предложены различные системы аксиом для получения расстояний в тех или иных нужных для социально-экономических исследований пространствах, например в пространствах множеств [11].

**Медиана Кемени и законы больших чисел.** С помощью расстояния Кемени находят итоговое мнение комиссии экспертов. Пусть  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_p$  — ответы  $p$  экспертов, представленные в виде бинарных отношений. Для их усреднения используют так называемую **медиану Кемени**  $\text{Argmin} \sum D(A_i, A)$ , где  $\text{Argmin}$  — то или те значения  $A$ , при которых достигает минимума указанная сумма расстояний Кемени от ответов экспертов до текущей переменной  $A$ , по которой и проводится минимизация. Таким образом,

$$\sum D(A_i, A) = D(A_1, A) + D(A_2, A) + D(A_3, A) + \dots + D(A_p, A).$$

Кроме медианы Кемени, используют **среднее по Кемени**, в котором вместо  $D(A_i, A)$  стоит  $D^2(A_i, A)$ . Медиана Кемени — частный случай определения эмпирического среднего в пространствах нечисловой природы. Для нее справедлив закон больших чисел, т.е. эмпирическое среднее приближается при росте числа составляющих (т.е.  $p$  — числа слагаемых в сумме) к теоретическому среднему:

$$\text{Argmin} \sum D(A_i, A) \rightarrow \text{Argmin} M D(A_1, A).$$

Здесь  $M$  — символ математического ожидания. Предполагается, что ответы  $p$  экспертов  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_p$  есть основания рассматривать как независимые одинаково распределенные случайные элементы (т.е. как случайную выборку) в соответствующем пространстве произвольной природы, например в пространстве упорядочений или отношений эквивалентности. Систематически эмпирические и теоретические средние и соответствующие законы больших чисел изучены в ряде работ (см., например, [10, 11]).

Законы больших чисел показывают, во-первых, что медиана Кемени обладает устойчивостью по отношению к незначительному изменению состава экспертной комиссии; во-вторых, при увеличении числа экспертов она приближается к некоторому пределу. Его естественно рассматривать как истинное мнение экспертов, от которого каждый из них несколько отклонялся по случайным причинам. Рассматриваемый здесь закон больших чисел является обобщением известного в статистике «классического» закона больших чисел. Он основан на иной математической базе — теории оптимизации, в то время как «классический» закон больших чисел использует суммирование. Упорядочения и другие бинарные отношения нельзя складывать, поэтому приходится применять иную математику.

Вычисление медианы Кемени — задача целочисленного программирования [14]. Для ее нахождения используются различные алгоритмы дискретной математики, в частности основанные на методе ветвей и границ. Применяют также алгоритмы, основанные на идее случайного поиска, поскольку для каждого бинарного отношения нетрудно найти множество его соседей.

Рассмотрим упрощенный пример вычисления медианы Кемени. Пусть дана квадратная матрица (порядка 9) попарных расстояний для множества бинарных отношений (или объектов иной математической природы) из 9 элементов  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_9$  (см. табл. 3.21). Пусть требуется найти в этом множестве медиану для множества из 5 элементов  $\{A_2, A_4, A_5, A_8, A_9\}$ .

Таблица 3.21

### Матрица попарных расстояний

0	2	13	1	7	4	10	3	11
2	0	5	6	1	3	2	5	1
13	5	0	2	2	7	6	5	7
1	6	2	0	5	4	3	8	8
7	1	2	5	0	10	1	3	7
4	3	7	4	10	0	2	1	5
10	2	6	3	1	2	0	6	3
3	5	5	8	3	1	6	0	9
11	1	7	8	7	5	3	9	0

В соответствии с определением медианы Кемени следует ввести в рассмотрение функцию:

$$C(A) = \sum d(A_i, A) = d(A_2, A) + d(A_4, A) + d(A_5, A) + d(A_8, A) + d(A_9, A),$$

рассчитать ее значения для всех  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_9$  и выбрать наименьшее. Проведем расчеты:

$$C(A_1) = d(A_2, A_1) + d(A_4, A_1) + d(A_5, A_1) + d(A_8, A_1) + d(A_9, A_1) = 2 + 1 + 7 + 3 + 11 = 24,$$

$$C(A_2) = d(A_2, A_2) + d(A_4, A_2) + d(A_5, A_2) + d(A_8, A_2) + d(A_9, A_2) = 0 + 6 + 1 + 5 + 1 = 13,$$

$$C(A_3) = d(A_2, A_3) + d(A_4, A_3) + d(A_5, A_3) + d(A_8, A_3) + d(A_9, A_3) = 5 + 2 + 2 + 5 + 7 = 21,$$

$$C(A_4) = d(A_2, A_4) + d(A_4, A_4) + d(A_5, A_4) + d(A_8, A_4) + d(A_9, A_4) = 6 + 0 + 5 + 8 + 8 = 27,$$



$$C(A_5) = d(A_2, A_5) + d(A_4, A_5) + d(A_5, A_5) + d(A_8, A_5) + d(A_9, A_5) = 1 + 5 + 0 + 3 + 7 = 16,$$

$$C(A_6) = d(A_2, A_6) + d(A_4, A_6) + d(A_5, A_6) + d(A_8, A_6) + d(A_9, A_6) = 3 + 4 + 10 + 1 + 5 = 23,$$

$$C(A_7) = d(A_2, A_7) + d(A_4, A_7) + d(A_5, A_7) + d(A_8, A_7) + d(A_9, A_7) = 2 + 3 + 1 + 6 + 3 = 15,$$

$$C(A_8) = d(A_2, A_8) + d(A_4, A_8) + d(A_5, A_8) + d(A_8, A_8) + d(A_9, A_8) = 5 + 8 + 3 + 0 + 9 = 25,$$

$$C(A_9) = d(A_2, A_9) + d(A_4, A_9) + d(A_5, A_9) + d(A_8, A_9) + d(A_9, A_9) = 1 + 8 + 7 + 9 + 0 = 25.$$

Из всех вычисленных сумм наименьшая равна 13, и достигается она при  $A = A_2$ , следовательно, медиана Кемени — это множество  $\{A_2\}$ , состоящее из одного элемента  $A_2$ .

Экспертные оценки активно используются в эконометрике [15, 16], применяются для решения различных задач менеджмента [17]. Примером практического использования является экспертное оценивание условных вероятностей редких событий при разработке автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий [18]. Весьма важны и перспективны методы развития интуиции для принятия управленческих решений [19]. Современный этап развития научных и прикладных исследований основан на новой парадигме анализа статистических и экспертных данных в задачах экономики и управления [20]. Развитие теории и практики экспертных оценок в нашей стране проанализировано в обзорах [21, 22].

### **Список использованной литературы**

1. Орлов А.И. Искусственный интеллект: экспертные оценки : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 436 с.
2. Орлов А.И. Экспертные оценки : учебное пособие. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 57 с.
3. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. — Москва : Наука, 1979. — 296 с.
4. Орлов А.И. Характеризация средних величин шкалами измерения // Научный журнал КубГАУ. — 2017. — № 134. — С. 877–907.
5. Подиновский В.В. Многокритериальные задачи принятия решений: теория и методы анализа : учебник для вузов. — Москва : Юрайт, 2022. — 486 с.
6. Горский В.Г., Орлов А.И., Гриценко А.А. Метод согласования кластеризованных ранжировок // Автоматика и телемеханика. — 2000. — № 3. — С. 159–167.

7. Орлов А.И. Анализ экспертных упорядочений // Научный журнал КубГАУ. — 2015. — № 112. — С. 21–51.
8. Шрейдер Ю.А. Равенство, сходство, порядок. — 2-е изд. — Москва : URSS, 2021. — 256 с.
9. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.
10. Орлов А.И. Прикладной статистический анализ : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 812 с.
11. Орлов А.И. Искусственный интеллект: нечисловая статистика : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 446 с.
12. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. — Москва : Наука, 1983. — 416 с.
13. Кемени Дж., Снелл Дж. Кибернетическое моделирование: некоторые приложения. — Москва : Советское радио, 1972. — 192 с.
14. Жуков М.С., Орлов А.И. Задача исследования итогового ранжирования мнений группы экспертов с помощью медианы Кемени // Научный журнал КубГАУ. — 2016. — № 122. — С. 785–806.
15. Орлов А.И. Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.
16. Агаларов З.С., Орлов А.И. Эконометрика. — 2-е изд. — Москва : Дашков и К, 2023. — 380 с.
17. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере. — Москва : Академия, 2003. — 404 с.
18. Орлов А.И., Савинов Ю.Г., Богданов А.Ю. Опыт экспертного оценивания условных вероятностей редких событий при разработке автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2012. — № 4 (2). — С. 501–506.
19. Орлов А.А., Орлов А.И. Методы развития интуиции для принятия управленческих решений // Инновации в менеджменте. — 2022. — № 2 (32). — С. 40–47.
20. Орлов А.И. Новая парадигма анализа статистических и экспертных данных в задачах экономики и управления // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — № 98. — С. 1254–1260.
21. Орлов А.И. Теория экспертных оценок в нашей стране // Научный журнал КубГАУ. — 2013. — № 93. — С. 1–11.
22. Орлов А.И. О развитии теории принятия решений и экспертных оценок // Научный журнал КубГАУ. — 2021. — № 167. — С. 177–198.

### Контрольные вопросы и задачи

1. Почему необходимо применение экспертных оценок при решении технических, организационных, экономических, экологических и иных проблем?
2. Какие стадии экспертного исследования выделяет менеджер — организатор такого исследования?
3. По каким основаниям классифицируют различные варианты организации экспертных исследований?
4. Какова роль диссидентов в различных видах экспертиз?
5. Какой вид могут иметь ответы экспертов?
6. Чем метод средних арифметических рангов отличается от метода медиан рангов?
7. Почему необходимо согласование кластеризованных ранжировок и как оно проводится?
8. В чем состоит проблема согласованности ответов экспертов?
9. Как бинарные отношения используются в экспертизах?
10. Как бинарные отношения описываются матрицами из 0 и 1?
11. Что такое расстояние Кемени и медиана Кемени?
12. Чем закон больших чисел для медианы Кемени отличается от «классического» закона больших чисел, известного в статистике?
13. В табл. 3.22 приведены упорядочения 7 инвестиционных проектов, представленные 7 экспертами.

Таблица 3.22

#### Упорядочения проектов экспертами

Эксперты	Упорядочения
1.	$1 < \{2, 3\} < 4 < 5 < \{6, 7\}$
2.	$\{1, 3\} < 4 < 2 < 5 < 7 < 6$
3.	$1 < 4 < 2 < 3 < 6 < 5 < 7$
4.	$1 < \{2, 4\} < 3 < 5 < 7 < 6$
5.	$2 < 3 < 4 < 5 < 1 < 6 < 7$
6.	$1 < 3 < 2 < 5 < 6 < 7 < 4$
7.	$1 < 5 < 3 < 4 < 2 < 6 < 7$

Найдите:

- а) итоговое упорядочение по средним арифметическим рангов;
- б) итоговое упорядочение по медианам рангов;
- в) кластеризованную ранжировку, согласующую эти два упорядочения.

14. Выпишите матрицу из 0 и 1, соответствующую бинарному отношению (кластеризованной ранжировке)  $5 < \{1, 3\} < 4 < 2 < \{6, 7\}$ .

15. Найдите расстояние Кемени между бинарными отношениями — упорядочениями  $A = [3 < 2 < 1 < \{4, 5\}]$  и  $B = [1 < \{2, 3\} < 4 < 5]$ .

16. Дана квадратная матрица (порядка 9) попарных расстояний (мер различия) для множества бинарных отношений из 9 элементов  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_9$  (табл. 3.23). Найдите в этом множестве медиану для множества из 5 элементов  $\{A_2, A_3, A_5, A_6, A_9\}$ .

Таблица 3.23

### Попарные расстояния между бинарными отношениями

0	5	3	6	7	4	10	3	11
5	0	5	6	10	3	2	5	7
3	5	0	8	2	7	6	5	7
6	6	8	0	5	4	3	8	8
7	10	2	5	0	10	8	3	7
4	3	7	4	10	0	2	3	5
10	2	6	3	8	2	0	6	3
3	5	5	8	3	3	6	0	9
11	7	7	8	7	5	3	9	0

### Темы докладов и рефератов

1. Роль экспертных методов в менеджменте.
2. Организация различных видов экспертных исследований.
3. Сравнение очных и заочных вариантов работы экспертов.
4. Методы средних баллов.
5. Согласование кластеризованных ранжировок.
6. Методы теории люсианов в экспертных оценках (по материалам [1] и [11]).
7. Классификация мнений экспертов и проверка согласованности.
8. Использование люсианов в теории и практике экспертных оценок.
9. Формирование итогового мнения комиссии экспертов.
10. Расстояние Кемени и медиана Кемени в экспертных оценках.
11. Законы больших чисел в пространствах нечисловой природы.

## 3.5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ

### 3.5.1. Основные понятия теории моделирования

Модель в общем смысле (обобщенная модель) есть создаваемый с целью получения и (или) хранения информации специфический объект (в форме мысленного образа, описания знаковыми средствами либо материальной системы), отражающий свойства, характеристики и связи объекта-оригинала произвольной природы, существенные для задачи, решаемой субъектом [1, с. 44]. Для теории принятия решений наиболее полезны модели, которые выражаются словами или формулами, алгоритмами и иными математическими средствами.

**Пример словесной модели** [2]. Обсудим необходимость учета эффекта лояльности при управлении организацией в современных условиях. Под лояльностью понимается честное, добросовестное отношение к чему-либо или к кому-либо. Базу менеджмента, основанного на лояльности, заложил в 1908 г. профессор Гарварда Джошуа Ройс. Он является автором книги «Философия лояльности», где впервые научно определено понятие «лояльность».

В рамках предлагаемой словесной модели бизнес-лояльность рассматривается с точки зрения трех самостоятельных базисных аспектов: лояльность потребителей, лояльность сотрудников и лояльность инвесторов. Каждый раз за словом «лояльность» понимается что-то свое:

- приверженность (с точки зрения покупателей);
- добросовестность (с точки зрения сотрудников);
- взаимное доверие, уважение и поддержка (с точки зрения инвесторов).

Но несмотря на ярко выраженные компоненты, эта система должна рассматриваться только как единое целое, поскольку невозможно создать лояльных покупателей, не обращая внимания на лояльность сотрудников, или воспитать лояльность сотрудников без должного внимания к лояльности инвесторов. Ни одна из частей не может существовать отдельно от двух других, но все три вместе позволяют организации достигать невиданных высот в развитии.

Необходимо четко понимать, что менеджмент, основанный на лояльности, прежде всего обращен на людей. В первую очередь здесь рассматриваются именно люди и их роль в бизнесе. Это скорее модель мотивации и поведения, чем маркетингового, финансового или производственного развития. Лишь во вторую очередь менеджмент, основанный на лояльности, обобщает людей в более абстрактные категории и управляет техническими процессами.

Как показывает практика, люди всегда оказываются более готовыми работать на организацию, которая имеет цель служения, чем на организацию, которая существует только ради того, чтобы «делать деньги». Поэтому люди охотно работают в церкви или в общественных организациях.

Менеджеры, желающие успешно использовать модель управления, основанную на эффекте лояльности, должны рассматривать прибыль не как первоочередную цель, но как необходимый элемент благосостояния и выживания трех составляющих каждой бизнес-системы: покупателей, сотрудников и инвесторов. Еще в начале XX в. Генри Форд говорил, что «организация не может работать без прибыли, ... иначе она умрет. Но и создавать организацию только ради прибыли ... значит привести ее к верной гибели, так как у нее не будет стимула к существованию».

Основа рассматриваемой модели лояльности — не прибыль, а привлечение дополнительного количества покупателей, процесс, который осознанно или неосознанно лежит в основе большинства преуспевающих организаций. Создание целевого количества покупателей пронизывает все сферы бизнеса компании. Силы, управляющие взаимосвязями между покупателями, сотрудниками и инвесторами, называют силами лояльности. Критерий успешности — возвращаются ли покупатели, чтобы купить больше, или они идут куда-то еще, т.е. проявляют ли они лояльность.

Как причина лояльность инициирует несколько экономических эффектов, которые влияют на всю бизнес-систему примерно следующим образом:

1. Прибыли и рыночная доля растут, когда наиболее перспективные покупатели охватывают весь спектр деятельности компании, создавая о ней хорошее общественное мнение и повторно приходя за покупками. За счет большого и качественного предложения компания может себе позволить быть более привередливой при выборе новых покупателей и концентрироваться на более прибыльных и потенциально лояльных проектах их привлечения, дальше стимулируя свой долгосрочный рост.

2. Долгосрочный рост позволяет фирме привлекать и сохранять лучших сотрудников. Постоянное поддержание целевого количества покупателей увеличивает лояльность сотрудников, давая им чувство гордости и удовлетворения своей работой. Далее, в процессе взаимодействия постоянные сотрудники узнают больше о своих постоянных покупателях, в частности как лучше их обслуживать, чтобы объем покупок рос. Этот увеличивающийся объем продаж подстегивает и лояльность покупателей, и лояльность сотрудников.

3. Лояльные сотрудники в долгосрочном периоде учатся снижать издержки и повышать качество работы (эффект научения). Организация может

использовать эту дополнительную продуктивность для расширения системы вознаграждения, для покупки лучшего оборудования и обучения. Все это, в свою очередь, подстегнет продуктивность сотрудников, рост вознаграждений и, следовательно, лояльность.

4. Такая спираль продуктивности дает такое преимущество в издержках, которое очень сложно скопировать для чисто конкурентных организаций. Долгосрочные преимущества в издержках, соединенные с устойчивым ростом количества лояльных покупателей, приносят прибыль, очень привлекательную для инвесторов. Это, в свою очередь, расширяет возможности компании по привлечению и сохранению «правильных» инвесторов.

5. Лояльные инвесторы ведут себя как партнеры. Они стабилизируют систему, снижают издержки по поиску капитала и дают гарантии, что полученные отвлеченные денежные потоки будут вложены обратно в бизнес как инвестиции. Это укрепляет организацию и увеличивает ее производственный потенциал.

Обсудим еще раз основные идеи модели лояльности. Всем известно, что покупатели — активы любой организации, и для достижения успеха ей необходимо управлять ими также эффективно, как и другими активами. Но для этого нужно быть в состоянии сегментировать покупателей, предсказывать их поведение, а также жизненный цикл их денежных потоков.

В основе большинства провалов лежит общепринятый бизнес-язык организации — бухгалтерский учет, который в настоящий момент ограничивает возможности формирования лояльности. Бухгалтеры не в состоянии провести черту между выручкой, полученной от вновь пришедших покупателей, и выручкой, полученной от постоянных, лояльных покупателей. Это происходит потому, что они не знают, а точнее, их не заботит тот факт, что обслуживание нового покупателя оказывается более дорогим, нежели обслуживание постоянного покупателя. Хуже того, в большинстве организаций бухгалтеры считают вложения в привлечение покупателей краткосрочными. И это вместо того, чтобы относить их на специальный счет покупателя и амортизировать в течение всего времени отношений с ним.

Итак, как же сформировать портфель лояльных покупателей? Существует два варианта действий. Первый — увеличение списка покупателей. Организация постоянно добавляет новых покупателей к началу списка, но ее старые покупатели также постоянно вымываются снизу из этого списка. Получается эффект дырявой корзины: чем больше в ней дыра, тем тяжелее ее наполнить и сохранять наполненной. Второй заключен в эффекте прибыли от каждого

покупателя. В большинстве организаций прибыль, которую приносит каждый покупатель, растет, пока он остается ее клиентом. Другими словами, для организации невыгодно терять постоянных покупателей, даже заменяя их новыми. Получается ситуация, когда «за одного битого двух небитых дают».

При подборе покупателей необходимо помнить, что существует три основных типа лояльных покупателей. Это помогает определить, сможет ли организация сделать покупателя лояльным:

1. Некоторые покупатели изначально предсказуемы и лояльны, вне зависимости от того, как организация с ними работает. Они просто лояльны по природе своей. Они предпочитают более стабильные и длительные отношения.

2. Некоторые покупатели более прибыльны, чем другие. Они тратят деньги в большем количестве, чем другие, оплачивают покупки безотлагательно и требуют меньше внимания обслуживающего персонала.

3. Некоторые покупатели находят продукты или услуги организации (в силу их особенностей) более привлекательными, чем у конкурентов. Нет такой организации, товары которой нравились бы всем без исключения. Сильные стороны ее товаров или услуг будут просто лучше подходить для определенных покупателей, более полно удовлетворяя их желаниям и возможностям.

Без сомнения, каждая организация уникальна, но все же в той или иной мере показатели ее прибыли будут укладываться в общую модель экономических эффектов, получаемых от постоянства или лояльности покупателей. Среди них стоит особо отметить следующие:

– издержки привлечения (реклама, направленная новым покупателям, комиссионные по продажам новым покупателям, накладные расходы продаж и т.д.);

– базовая прибыль (цена, которую платят вновь появившиеся покупатели, превышает затраты организации на создание товара);

– рост выручки (как правило, если покупатель доволен параметрами товара, он склонен увеличивать объемы покупок с течением времени);

– издержки сбережений (близкое знакомство с товарами организации уменьшает зависимость покупателей от ее сотрудников в вопросах информации и советов);

– отзывы (удовлетворенные уровнем обслуживания покупатели рекомендуют организацию своим друзьям и знакомым);

– дополнительная цена (постоянные покупатели, сотрудничающие с организацией достаточно долго, чтобы изучить все ее товары и услуги, получают несоизмеримо больше от продолжения отношений и не нуждаются в дополнительных скидках или рекламных акциях).



Чтобы оценить истинный долгосрочный потенциал лояльности покупателя или группы покупателей, необходимо знать их предрасположенность к проявлению постоянства. Так, некоторые покупатели перебегут к конкуренту и за 2 %-ю скидку, а другие останутся и при 20 %-й разнице в цене. То количество усилий, которое требуется для переманивания различных типов покупателей, называется коэффициентом лояльности. В некоторых организациях для оценки коэффициентов лояльности используется история развития или поведение покупателей на отдельных сегментах. В других, особенно в тех, чье будущее слабо связано с прошлым, пытаются методами анализа данных нащупать, на сколько велика должна быть скидка, чтобы покупатели перешли к их организации. Но, несмотря на все трудности в измерении, использование коэффициента лояльности позволяет организациям идентифицировать сохранение покупателей и внедрять оправданную практику, проверенную на одном департаменте, во всю организацию.

Развитие систем измерения, анализа и управления денежными потоками, полученными от лояльности, может привести организацию к инвестициям, которые в дальнейшем обеспечат рост количества покупателей и организации в целом.

Итак, модель лояльности подробно обоснована на словесном уровне [2]. В этом обосновании упоминалось математическое и компьютерное обеспечение. Однако для принятия первоначальных решений их использование не требуется.

**Математические модели при принятии решений.** При более тщательном анализе ситуации словесных моделей, как правило, недостаточно. Необходимо применение достаточно сложных математических моделей. Так, при принятии решений в менеджменте производственных систем используются:

- модели технологических процессов (прежде всего модели контроля и управления);
  - модели обеспечения качества продукции (в частности, модели оценки и контроля надежности);
  - модели массового обслуживания;
  - модели управления запасами (модели логистики);
  - имитационные и эконометрические модели деятельности предприятия
- в целом и др.

В процессе подготовки и принятия решений часто используют имитационные модели и системы. Имитационная модель позволяет отвечать на вопрос

«Что будет, если...». Имитационная система — это совокупность моделей, имитирующих протекание изучаемого процесса, объединенная со специальной системой вспомогательных программ и информационной базой, позволяющими достаточно просто и оперативно реализовать варианты расчетов [3, с. 213].

**Основные термины математического моделирования.** Прежде чем начать рассматривать конкретные математические модели процессов управления, необходимо вспомнить определения основных терминов, такие как:

– *компоненты системы* — части системы, которые могут быть вычленины из нее и рассмотрены отдельно;

– *независимые переменные* — они могут изменяться, но это внешние величины, не зависящие от проходящих в системе процессов;

– *зависимые переменные* — значения этих переменных есть результат (функция) воздействия на систему независимых внешних переменных;

– *управляемые (управляющие) переменные* — те, значения которых могут изменяться исследователем;

– *эндогенные переменные* — их значения определяются в ходе деятельности компонент системы (т.е. «внутри» системы);

– *экзогенные переменные* — определяются либо исследователем, либо извне, т.е. в любом случае действуют на систему извне.

При построении любой модели процесса управления желательно придерживаться ***следующего плана действий***:

1. Сформулировать цели изучения системы.
2. Выбрать те факторы, компоненты и переменные, которые являются наиболее существенными для данной задачи.
3. Учесть тем или иным способом посторонние, не включенные в модель факторы.
4. Осуществить оценку результатов, проверку модели, оценку полноты модели.

Модели можно делить на ***следующие виды***:

1. Функциональные модели — выражают прямые зависимости между эндогенными и экзогенными переменными.

2. Модели, выраженные с помощью систем уравнений относительно эндогенных величин. Выражают балансовые соотношения между различными экономическими показателями (например, модель межотраслевого баланса).

3. Модели оптимизационного типа. Основная часть модели — система уравнений относительно эндогенных переменных. Но цель — найти оптимальное решение для некоторого экономического показателя (например, найти такие величины ставок налогов, чтобы обеспечить максимальный приток средств в бюджет за заданный промежуток времени).

4. Имитационные модели — весьма точное отображение экономического явления. Математические уравнения при этом могут содержать сложные, нелинейные, стохастические зависимости.

С другой стороны, модели можно делить на управляемые и прогнозные. Управляемые модели отвечают на вопросы «Что будет, если ...?», «Как достичь желаемого?» и содержат *три группы переменных*:

- 1) переменные, характеризующие текущее состояние объекта;
- 2) управляющие воздействия — переменные, влияющие на изменение этого состояния и поддающиеся целенаправленному выбору;
- 3) исходные данные и внешние воздействия, т.е. параметры, задаваемые извне, и начальные параметры.

В прогнозных моделях управление не выделено явно. Они отвечают на вопрос «Что будет, если все останется по-старому?».

Далее, модели можно делить по способу измерения времени на непрерывные и дискретные. В любом случае если в модели присутствует время, то модель называется динамической. Чаще всего в моделях используется дискретное время, так как информация поступает дискретно: отчеты, балансы и иные документы составляются периодически. Но с формальной точки зрения непрерывная модель может оказаться более простой для изучения. Отметим, что в физической науке продолжается дискуссия о том, является ли реальное физическое время непрерывным или дискретным.

Обычно в достаточно крупные социально-экономические модели входят материальный, финансовый и социальный разделы. Материальный раздел — балансы продуктов, производственных мощностей, трудовых, природных ресурсов. Это раздел, описывающий основополагающие процессы, это уровень, обычно слабо подвластный управлению, особенно быстрому, поскольку весьма инерционен.

Финансовый раздел содержит балансы денежных потоков, правила формирования и использования фондов, правила ценообразования и т.п. На этом уровне можно выделить много управляемых переменных. Они могут быть регуляторами.

Социальный раздел содержит сведения о поведении людей. Этот раздел вносит в модели принятия решений много неопределенностей, поскольку трудно точно правильно учесть такие факторы, как трудоотдача, структура потребления, мотивация и т.п.

При построении моделей, использующих дискретное время, часто применяют методы эконометрики (см. [4, 5] и гл. 3.3). Среди них популярны регрессионные уравнения и их системы. Различные системы регрессионных уравнений, построенные для решения практически важных задач, рассмотрены в [6]. Часто используют лаги (запаздывания в реакции). Для систем, нелинейных по параметрам, применение метода наименьших квадратов встречает трудности [4, 5].

Четвертая часть учебника [7] посвящена краткому обзору моделей, применяющихся наиболее часто. Большое количество конкретных эконометрических и математических моделей принятия управленческих решений рассмотрено в [6, 8, 9]. Обратим внимание, что популярные в настоящее время подходы к процессам бизнес-реинжиниринга основаны на активном использовании математических и информационных моделей [10].

### **3.5.2. Математическое моделирование процессов управления**

Математическое моделирование экономических явлений и процессов с целью оптимизации процессов управления — область научно-практической деятельности, получившая мощный стимул к развитию во время и сразу после Второй мировой войны. Эта тематика развивалась в рамках интеллектуального движения, связанного с терминами «кибернетика», «исследование операций», а позже — «системный анализ», «информатика».

Впрочем, имелась и вполне практическая задача — контроль качества боеприпасов, вышедшая на первый план именно в годы Второй мировой войны. Методы статистического контроля качества приносят (по западной оценке, обсуждаемой в [11], и по нашему мнению, основанному на опыте СССР и России, в частности на анализе организационно-экономических результатов работы служб технического контроля на промышленных предприятиях) наибольший экономический эффект среди всех экономико-математических методов управления. Только дополнительный доход от их применения в промышленности США оценивается как 0,8 % валового национального продукта США, т.е. 24 млрд долл. (в ценах 2003 г.).

Важная проблема — учет неопределенности. Основное место она занимает в вероятностно-статистических моделях экономических и социально-

экономических явлений и процессов. Проблемы устойчивости (к допустимым отклонениям исходных данных и предпосылок модели) для социально-экономических моделей рассматриваются в [9].

Особое место занимают имитационные системы, позволяющие отвечать на вопросы типа «Что будет, если...?». (Как подчеркнуто в [3, с. 212], «любая модель, в принципе, имитационная, ибо она имитирует реальность».) Основа имитации (смысл которой мы будем понимать как анализ экономического явления с помощью вариантных расчетов) — это математическая модель. Согласно [3, с. 213] имитационная система — это совокупность моделей, имитирующих протекание изучаемого процесса, объединенная со специальной системой вспомогательных программ и информационной базой, позволяющими достаточно просто и оперативно реализовать вариантные расчеты. Таким образом, под имитацией понимается численный метод проведения машинных экспериментов с математическими моделями, описывающими поведение сложных систем в течение продолжительных периодов времени [6, с. 9], при этом имитационный эксперимент состоит из *следующих шести этапов*:

- 1) формулировка задачи;
- 2) построение математической модели;
- 3) составление программы для ЭВМ;
- 4) оценка пригодности модели;
- 5) планирование эксперимента;
- 6) обработка результатов эксперимента.

Несколько иной (более подробный) список этапов дан в [10].

Имитационное моделирование (simulation modelling) широко применяется в различных областях, в том числе в экономике [6].

Экономико-математические методы управления можно разделить *на несколько групп*:

- методы оптимизации (см. гл. 3.2);
- методы, учитывающие неопределенность, прежде всего вероятностно-статистические (см. гл. 3.3);
- методы построения и анализа имитационных моделей;
- методы анализа конфликтных ситуаций (теории игр).

Во всех этих группах можно выделить статическую и динамическую постановки. При наличии фактора времени используют дифференциальные уравнения и разностные методы.

Теория игр (более подходящее название — теория конфликта, или теория конфликтных ситуаций) зародилась как теория рационального поведения двух игроков с противоположными интересами. Она наиболее проста, когда

каждый из них стремится минимизировать свой средний проигрыш, т.е. максимизировать свой средний выигрыш. Отсюда ясно, что теория игр склонна излишне упрощать реальное поведение в ситуации конфликта. Участники конфликта могут оценивать свой риск по иным критериям. В случае нескольких игроков возможны коалиции. Большое значение имеет устойчивость точек равновесия и коалиций.

В экономике еще 150 лет назад теория дуополии (конкуренции двух фирм) О. Курно была развита на основе соображений, которые мы сейчас относим к теории игр. Новый толчок дан классической монографией Дж. фон Неймана и О. Моргенштейна [13], вышедшей вскоре после Второй мировой войны. В учебниках по экономике обычно разбираются «дилемма заключенного» и точка равновесия по Нэшу (ему присуждена Нобелевская премия по экономике за 1994 г.).

### **3.5.3. О методологии моделирования**

Моделирование процессов управления предполагает последовательное осуществление трех этапов исследования. Первый — от исходной практической проблемы до теоретической чисто математической задачи. Второй — внутриматематическое изучение и решение этой задачи. Третий — переход от математических выводов обратно к практической проблеме.

В области моделирования процессов управления, как, впрочем, и в иных областях применения математики, целесообразно выделять четверки составляющих:

**ЗАДАЧА — МОДЕЛЬ — МЕТОД — УСЛОВИЯ ПРИМЕНИМОСТИ.**

Обсудим каждую из только что выделенных составляющих.

Задача, как правило, порождена потребностями той или иной прикладной области. Вполне понятно, что при этом происходит одна из возможных математических формализаций реальной ситуации. Например, при изучении предпочтений потребителей у экономистов-маркетологов возникает вопрос: различаются ли мнения двух групп потребителей. При математической формализации мнения потребителей в каждой группе обычно моделируются как независимые случайные выборки, т.е. как совокупности независимых одинаково распределенных случайных величин, а вопрос маркетологов переформулируется в рамках этой модели как вопрос о проверке той или иной статистической гипотезы однородности. Речь может идти об однородности характеристик, например о проверке равенства математических ожиданий, или о полной (абсолютной) однородности, т.е. о совпадении функций распределения, соответствующих двум совокупностям [4, 14].

Задача может быть порождена также обобщением потребностей ряда прикладных областей. Приведенный выше пример иллюстрирует эту ситуацию: к необходимости проверки гипотезы однородности приходят и медики при сравнении двух групп пациентов, и инженеры при сопоставлении результатов обработки деталей двумя способами, и т.д. Таким образом, одна и та же математическая модель может применяться для решения самых разных по своей прикладной сущности задач.

Важно подчеркнуть, что выделение перечня задач находится вне математики. Выражаясь инженерным языком, этот перечень является сутью технического задания, которое специалисты различных областей деятельности дают специалистам по математическому моделированию.

Метод, используемый в рамках определенной математической модели, — это уже во многом, если не в основном, дело математиков. В эконометрических моделях речь идет, например, о методе оценивания, о методе проверки гипотезы, о методе доказательства той или иной теоремы и т.д. В первых двух случаях алгоритмы разрабатываются и исследуются математиками, но используются прикладниками, в то время как метод доказательства касается лишь самих математиков.

Ясно, что для решения той или иной задачи в рамках одной и той же принятой исследователем модели может быть предложено много методов. Приведем примеры. Для специалистов по теории вероятностей и математической статистике наиболее хорошо известна история центральной предельной теоремы теории вероятностей. Предельный нормальный закон был получен многими разными методами, из которых напомним теорему Муавра — Лапласа, метод моментов Чебышева, метод характеристических функций Ляпунова, завершающие эпопею методы, примененные Линдбергом и Феллером. В настоящее время для решения практически важных задач могут быть использованы современные информационные технологии на основе метода статистических испытаний и соответствующих датчиков псевдослучайных чисел. Они уже заметно потеснили асимптотические методы математической статистики. В рассмотренной выше проблеме однородности для проверки одной и той же гипотезы совпадения функций распределения могут быть применены самые разные методы — Смирнова, Лемана — Розенблатта, Вилкоксона и др. [4, 14].

Наконец, рассмотрим последний элемент четверки — условия применимости. Он полностью внутриматематический. С точки зрения математика, замена условия (кусочной) дифференцируемости некоторой функции на условие ее непрерывности может представляться существенным научным достижением, в то время как прикладник оценить это достижение не сможет. Для него,

как и во времена Ньютона и Лейбница, непрерывные функции мало отличаются от (кусочно) дифференцируемых. Точнее, они одинаково хорошо (или одинаково плохо) могут быть использованы для описания реальной действительности.

Методологический анализ — первый этап моделирования процессов управления, да и вообще любого исследования. Он определяет исходные постановки для теоретической проработки, а потому во многом и успех всего исследования. Анализ динамики развития методов моделирования позволяет выделить наиболее перспективные методы. В частности, при вероятностно-статистическом моделировании наиболее перспективными оказались методы нечисловой статистики [15].

### 3.5.4. Модель управления обучением

В качестве примера конкретной модели процесса управления рассмотрим модель распределения времени между овладением знаниями и развитием умений [16–18].

Любое знание состоит частично из «информации» («чистое знание») и частично из «умения» («знаю как»). Умение — это мастерство, это способность использовать имеющиеся у вас сведения для достижения своих целей; умение можно еще охарактеризовать как совокупность определенных навыков, в конечном счете умение — это способность методически работать [19, с. 308].

Пусть  $x(t)$  — объем сведений, накопленных учащимся к моменту времени  $t$  («чистое знание»),  $y(t)$  — объем накопленных умений: умений рассуждать, решать задачи, разбираться в излагаемом преподавателем материале;  $u(t)$  — доля времени, отведенного на накопление знаний в промежутке времени  $(t; t + dt)$ .

Естественно считать, что увеличение  $x(t + dt) - x(t)$  объема знаний учащегося пропорционально потраченному на это времени  $u(t)dt$  и накопленным умениям  $y(t)$ . Следовательно,

$$\frac{dx(t)}{dt} = k_1 u(t) y(t), \quad (1)$$

где коэффициент  $k_1 > 0$  зависит от индивидуальных особенностей учащегося.



Увеличение знаний за то же время пропорционально потраченному на это времени  $(1 - u(t))dt$ , имеющимся умениям  $y(t)$  и знаниям  $x(t)$ . Следовательно,

$$\frac{dy(t)}{dt} = k_2(1-u(t))x(t)y(t). \quad (2)$$

Коэффициент  $k_2 > 0$  также зависит от индивидуальности. Учащийся тем быстрее приобретает умения, чем больше он уже знает и умеет, тем быстрее усваивает знания, чем больше умеет. Но нельзя считать, что чем больше он запомнил, тем быстрее запоминает. На правую часть уравнения (1) влияют только приобретенные в прошлом активные знания, примененные при решении задач и перешедшие в умения. Отметим, что модель (1)–(2) имеет смысл применять на таких интервалах времени, чтобы, например, пять минут можно было считать бесконечно малой величиной.

Можно управлять процессом обучения, выбирая при каждом  $t$  значение функции  $u(t)$  из отрезка  $[0; 1]$ .

***Рассмотрим две задачи.***

1. Как возможно быстрее достигнуть заданного уровня знаний  $x_1$  и умений  $y_1$ ? Другими словами, как за кратчайшее время перейти из точки фазовой плоскости  $(x_0; y_0)$  в точку  $(x_1; y_1)$ ?

2. Как быстрее достичь заданного объема знаний, т.е. выйти на прямую  $x = x_1$ ?

Двойственная задача: за заданное время достигнуть как можно большего объема знаний. Оптимальные траектории движения для второй задачи и двойственной к ней совпадают (двойственность понимается в обычном для математического программирования смысле [20]).

С помощью замены переменных  $z = k_2x$ ,  $w = k_1k_2y$  перейдем от системы (1)–(2) к более простой системе дифференциальных уравнений, не содержащей неизвестных коэффициентов:

$$\frac{dz}{dt} = uw, \quad \frac{dw}{dt} = (1-u)zw. \quad (3)$$

(Описанная линейная замена переменных эквивалентна переходу к другим единицам измерения знаний и умений, своим для каждого учащегося).

Решения задач 1 и 2, т.е. наилучший вид управления  $u(t)$ , находятся с помощью математических методов оптимального управления, а именно с помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина [21]. В задаче 1 для системы (3) из этого принципа следует, что быстрее движение может происходить либо по горизонтальным ( $u = 1$ ) и вертикальным ( $u = 0$ ) прямым, либо по особому решению — параболе  $w = z^2$  ( $u = 1/3$ ). При  $z_0^2 > w_0$  движение начинается по вертикальной прямой, при  $z_0^2 < w_0$  — по горизонтальной, при  $z_0^2 = w_0$  — по параболе. По каждой из областей  $\{z^2 > w\}$  и  $\{z^2 < w\}$  проходит не более одного вертикального и одного горизонтального отрезка оптимальной траектории.

Используя теорему о регулярном синтезе [22, с. 266], можно показать, что оптимальная траектория выглядит следующим образом. Сначала надо выйти на «магистраль» — добраться до параболы  $w = z^2$  по вертикальной ( $u = 0$ ) или горизонтальной ( $u = 1$ ) прямой. Затем пройти основную часть пути по магистрали ( $u = 1/3$ ). Если конечная точка лежит под параболой, добраться до нее по горизонтали, сойдя с магистрали. Если она лежит над параболой, заключительный участок траектории является вертикальным отрезком. В частности, в случае  $w_0 < z_0^2 < w_1 < z_1^2$  оптимальная траектория такова. Сначала надо выйти на магистраль — добраться по вертикальной ( $u = 0$ ) прямой до параболы. Затем двигаться по магистрали ( $u = 1/3$ ) от точки  $(z_0; z_0^2)$  до точки  $(\sqrt{w_1}; w_1)$ . Наконец, по горизонтали ( $u = 1$ ) выйти в конечную точку.

В задаче 2 из семейства оптимальных траекторий, ведущих из начальной точки  $(z_0; w_0)$  в точки луча  $(z_1; w_1)$ ,  $w_0 \leq w_1 < +\infty$ , выбирается траектория, требующая минимального времени. При  $z_1 \leq 2z_0$  оптимально  $w_1 = z_0(z_1 - z_0)$ , траектория состоит из вертикального и горизонтального отрезков. При  $z_1 > 2z_0$  оптимально  $w_1 = z_1^2/4$ , траектория проходит по магистрали  $w = z^2$  от точки  $(z_0; z_0^2)$  до точки  $(z_1/2; z_1^2/4)$ . Чем большим объемом знаний  $z_1$  надо овладеть, тем большую долю времени надо двигаться по магистрали, отдавая при этом  $2/3$  времени увеличению умений и  $1/3$  времени — накоплению знаний.

Полученное для основного участка траектории оптимального обучения значение  $u = 1/3$  можно интерпретировать приблизительно так: на одну лекцию должно приходиться два семинара, на 15 мин объяснения — 30 мин решения задач. Результаты, полученные в математической модели, вполне соответствуют эмпирическим представлениям об оптимальной организации учебного процесса. Кроме того, модель определяет численные значения доли времени ( $1/3$ ), идущей на повышение знаний, и доли материала ( $1/2$ ), излагаемого на заключительных лекциях (без проработки на семинарах).

При движении по магистрали, т.е. в течение основного периода учебного процесса, оптимальное распределение времени между объяснениями и решением задач одно и то же для всех учащихся, независимо от индивидуальных коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$ . Этот факт устойчивости оптимального решения показывает возможность организации обучения, оптимального одновременно для всех учащихся. При этом время движения до выхода на магистраль зависит, естественно, от начального положения  $(x_0; y_0)$  и индивидуальных коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$ .

Таким образом, модель процесса управления обучением (1)–(2) позволила получить ряд практически полезных рекомендаций, в том числе выраженных в числовой форме. При этом не понадобилось уточнять способы измерения объемов знаний и умений, имеющихся у учащегося. Достаточно было согласиться с тем, что эти величины удовлетворяют качественным соотношениям, приводящим к уравнениям (1) и (2).

Многочисленные модели процессов управления описаны в литературе (см., например, [23–26]). Их практическим использованием обычно занимаются информационно-аналитические подразделения, службы контроллинга, качества и надежности, маркетинга и др.

### **Список использованной литературы**

1. *Неуймин Я.Г.* Модели в науке и технике. История, теория, практика. — Ленинград : Наука, 1984. — 190 с.
2. *Жданова Г.А.* Эффект лояльности как базисный элемент работы с покупателями // *Предприятия России в транзитивной экономике. Материалы международной научно-практической конференции.* Ч. 1. — Ярославль : Концерн «Подати», 2002. — С. 150–153.
3. *Моисеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа. — Москва : Наука, 1981. — 488 с.
4. *Орлов А.И.* Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.
5. *Агаларов З.С., Орлов А.И.* Эконометрика. — 2-е изд. — Москва : Дашков и К, 2023. — 380 с.
6. *Нейлор Т.* Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. — Москва : Мир, 1975. — 500 с.

7. Орлов А.И. Теория принятия решений : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.
8. Математическая экономика на персональном компьютере / перевод с японского М. Кубонива, М. Табата, С. Табата и др. ; под редакцией М. Кубонива. — Москва : Финансы и статистика, 1991. — 304 с.
9. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.
10. Бизнес-процесс реинжиниринг и проектирование информационных систем. Материалы семинара. — Москва : МГУЭСИ — РосНИИ ИТСАП, 1996. — 100 с.
11. Гнеденко Б.В. Математика и контроль качества продукции. — Москва : Знание, 1978. — 64 с.
12. Багриновский К.А., Бусыгин В.П. Математика плановых решений. — Москва : Наука, 1980. — 224 с.
13. Нейман Дж. фон, Моргенштейн О. Теория игр и экономическое поведение. — Москва : Наука, 1970. — 707 с.
14. Орлов А.И. Эконометрика : учебник для вузов. — 4-е изд., доп. и перераб. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. — 572 с.
15. Орлов А.И. Искусственный интеллект: нечисловая статистика : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 446 с.
16. Орлов А.И. Математические модели отдельных сторон обучения математике // Сборник научно-методических статей по математике. (Проблемы преподавания математики в вузах). — Вып. 7. — Москва : Высшая школа, 1978. — С. 28–34.
17. Орлов А.И. Инновационная модель оптимального управления процессом обучения // Инновации в менеджменте. — 2022. — № 4 (34). — С. 42–47.
18. Орлов А.И. Математическая модель оптимального управления процессом обучения // Научный журнал КубГАУ. — 2023. — № 185. — С. 106–118.
19. Пойа Д. Математическое открытие. — Москва : Наука, 1970. — 452 с.
20. Гольштейн Е.Г. Выпуклое программирование (элементы теории). — Москва : URSS, 2010. — 72 с.
21. Ванько В.И., Ермошина О.В., Кувыркин Г.Н. Вариационное исчисление и оптимальное управление. — Москва : МГТУ, 2018. — 488 с.
22. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления. — Москва : Наука, 1969. — 307 с.
23. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Высокие статистические технологии и системно-когнитивное моделирование в экологии : монография. — Краснодар : КубГАУ, 2019. — 258 с.

24. Орлов А.И. Модель расширенного воспроизводства, экспоненциальный рост экономики и пределы роста // Контроллинг. — 2021. — № 2 (80). — С. 24–31.

25. Орлов А.И. Характеризация моделей с дисконтированием // Научный журнал КубГАУ. — 2019. — № 153. — С. 202–218.

26. Орлов А.И. Теория принятия решений : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем сходство и различие словесных и математических моделей?
2. Согласны ли Вы с моделью лояльности, описанной в разд. 3.5.1?
3. Опишите основные виды переменных в математических моделях процессов управления.
4. Какие виды математических моделей принятия решений обычно выделяют?
5. В чем суть методологии математического моделирования?
6. Как в соответствии с моделью разд. 3.5.4 должны соотноситься затраты времени на накопление знаний и развитие умений во время основного периода обучения?

### **Темы докладов и рефератов**

1. Классификация математических моделей процессов управления.
2. Сравнение словесных и математических моделей.
3. Модели процессов управления предприятием.
4. Модели процессов управления качеством.
5. Макроэкономические модели управления.
6. Соотношение задач, моделей, методов и условий применимости.
7. Место принципа максимума Понтрягина среди математических методов оптимального управления.

## **3.6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЛИНГ**

### **3.6.1. Информационные системы управления предприятием (ИСУП)**

**Определения основных понятий.** Начнем с определений, необходимых для адекватного понимания дальнейших рассуждений.

**Информация** — сведения об окружающем мире (объектах, явлениях, событиях, процессах и т. п.), которые уменьшают имеющуюся степень неопределенности, неполноты знаний, отчужденные от их создателя и ставшие сообщениями. Эти сведения выражены на определенном языке в виде знаков, в том числе записаны на материальном носителе. Их можно воспроизводить путем передачи людьми устным, письменным или другим способом.

***Информация позволяет организациям:***

- осуществлять контроль за текущим состоянием организации, ее подразделений и процессов в них;
- определять стратегические, тактические и оперативные цели и задачи организации;
- принимать обоснованные и своевременные решения;
- координировать действия подразделений в достижении целей.

**Информационная потребность** — осознанное понимание различия между индивидуальным знанием о предмете и знанием, накопленным обществом.

**Данные** — информация, низведенная до уровня объекта тех или иных преобразований.

**Документ** — информационное сообщение в бумажной, звуковой, электронной или иной форме, оформленное по определенным правилам, заверенное в установленном порядке.

**Документооборот** — система создания, интерпретации, передачи, приема, архивирования документов, а также контроля за их исполнением и защиты от несанкционированного доступа.

**Экономическая информация** — совокупность сведений о социально-экономических процессах, служащих для управления этими процессами и коллективами людей в производственной и непроизводственной сфере.

**Информационные ресурсы** — весь имеющийся объем информации в информационной системе.

**Информационная технология** — система методов и способов сбора, передачи, накопления, обработки, хранения, представления и использования информации.

**Автоматизация** — замена деятельности человека работой машин и механизмов.

**Информационная система (ИС)** — информационный контур вместе со средствами сбора, передачи, обработки и хранения информации, а также персоналом, осуществляющим эти действия с информацией.

**Миссия информационных систем** — производство нужной для организации информации для обеспечения эффективного управления всеми ее ресурсами, создание информационной и технологической среды для осуществления управления организацией.

Обычно в системах управления выделяют три уровня: стратегический, тактический и оперативный. На каждом из этих уровней управления имеются свои задачи, при решении которых возникает потребность в соответствующих данных, получить эти данные можно путем запросов в информационную систему. Эти запросы обращены к соответствующей информации в информационной системе. Информационные технологии позволяют обработать запросы и, используя имеющуюся информацию, сформировать ответ на эти запросы. Таким образом, на каждом уровне управления появляется информация, служащая основой для принятия соответствующих решений.

В результате применения информационных технологий к информационным ресурсам создается некая новая информация или информация в новой форме. Эта продукция информационной системы называется информационными продуктами и услугами.

**Информационный продукт или услуга** — специфическая услуга, когда некоторое информационное содержание в виде совокупности данных, сформированной производителем для распространения в вещественной и невещественной форме, предоставляется в пользование потребителю.

В настоящее время бытует мнение об информационной системе (ИС) как о системе, реализованной с помощью компьютерной техники. Это не так. Как и информационные технологии, информационные системы могут функционировать и с применением технических средств, и без такого применения. Это вопрос экономической целесообразности.

***Преимущества неавтоматизированных (бумажных) систем:***

- простота внедрения уже существующих решений;
- такие системы просты для понимания и для их освоения требуется минимум тренировки;
- не требуются технические навыки;
- неавтоматизированные системы обычно являются гибкими и способными к адаптации для соответствия деловым процессам.

Преимущество автоматизированных систем — в них появляется возможность целостно и комплексно представить все, что происходит с организацией (корпорацией), поскольку все экономические факторы и ресурсы отображаются в единой информационной форме в виде данных.

Корпоративную ИС обычно рассматривают как некоторую совокупность частных решений и компонентов их реализации, в числе которых:

- единая база хранения информации;
- совокупность прикладных систем, созданных разными фирмами и по разным технологиям.

Информационная система компании (в частности, ИСУП) должна:

- 1) позволять накапливать определенный опыт и знания, обобщать их в виде формализованных процедур и алгоритмов решения;
- 2) постоянно совершенствоваться и развиваться;
- 3) быстро адаптироваться к изменениям внешней среды и новым потребностям организации;
- 4) соответствовать насущным требованиям человека, его опыту, знаниям, психологии.

Итак, **информационная система управления предприятием (ИСУП)** — это операционная среда, которая способна предоставить менеджерам и специалистам актуальную и достоверную информацию обо всех бизнес-процессах предприятия, необходимую для планирования операций, их выполнения, регистрации и анализа. Другими словами, ИСУП — это система, несущая в себе описание полного рыночного цикла — от планирования бизнеса до анализа результатов деятельности предприятия

**Задачи ИСУП.** Управление предприятиями в современных условиях требует все большей оперативности. В связи с этим использование информационных систем управления предприятием (ИСУП) является одним из важнейших рычагов развития бизнеса.

Частные задачи, решаемые ИСУП, во многом определяются областью деятельности, структурой и другими особенностями конкретных предприятий. В качестве примеров можно сослаться на опыт создания ИСУП для предприятия — оператора связи [1, с. 19–21] и опыт внедрения партнерами фирмы SAP системы R/3 на ряде предприятий СНГ и дальнего зарубежья [2, с. 2–6]. При этом примерный перечень задач, которые должна решать ИСУП на различных уровнях управления предприятием и для различных его служб, к настоящему времени можно считать общепризнанным. Он приведен в табл. 3.24.



## Основные задачи ИСУП

Уровни и службы управления	Решаемые задачи
Руководство предприятия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обеспечение достоверной информацией о финансовом состоянии компании на текущий момент и подготовка прогноза на будущее;</li> <li>– обеспечение контроля за работой служб предприятия;</li> <li>– обеспечение четкой координации работ и ресурсов;</li> <li>– предоставление оперативной информации о негативных тенденциях, их причинах и возможных мерах по исправлению ситуации;</li> <li>– формирование полного представления о себестоимости конечного продукта (услуги) по компонентам затрат</li> </ul>
Финансово-бухгалтерские службы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– полный контроль за движением средств;</li> <li>– реализация необходимой менеджменту учетной политики;</li> <li>– оперативное определение дебиторской и кредиторской задолженностей;</li> <li>– контроль за выполнением договоров, смет и планов;</li> <li>– контроль за финансовой дисциплиной;</li> <li>– отслеживание движения товарно-материальных потоков;</li> <li>– оперативное получение полного набора документов финансовой отчетности</li> </ul>
Управление производством	<ul style="list-style-type: none"> <li>– контроль за выполнением производственных заказов;</li> <li>– контроль за состоянием производственных мощностей;</li> <li>– контроль за технологической дисциплиной;</li> <li>– ведение документов для сопровождения производственных заказов (заборные карты, маршрутные карты);</li> <li>– оперативное определение фактической себестоимости производственных заказов</li> </ul>
Службы маркетинга	<ul style="list-style-type: none"> <li>– контроль за продвижением новых товаров на рынок;</li> <li>– анализ рынка сбыта с целью его расширения;</li> <li>– ведение статистики продаж;</li> <li>– информационная поддержка политики цен и скидок;</li> <li>– использование базы стандартных писем для рассылки;</li> <li>– контроль за выполнением поставок заказчику в нужные сроки при оптимизации затрат на транспортировку</li> </ul>
Службы сбыта и снабжения	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ведение баз данных товаров, продукции, услуг;</li> <li>– планирование сроков поставки и затрат на транспортировку;</li> <li>– оптимизация транспортных маршрутов и способов транспортировки;</li> <li>– компьютерное ведение контрактов</li> </ul>

Уровни и службы управления	Решаемые задачи
Службы складского учета	<ul style="list-style-type: none"> <li>– управление многозвенной структурой складов;</li> <li>– оперативный поиск товара (продукции) по складам;</li> <li>– оптимальное размещение на складах с учетом условий хранения;</li> <li>– управление поступлениями с учетом контроля качества;</li> <li>– инвентаризация</li> </ul>

### 3.6.2. Место ИСУП в системе контроллинга

Коротко говоря, **контроллинг** — это информационно-аналитическая поддержка принятия решений в менеджменте. В свою очередь, информационные системы управления являются компьютерной поддержкой контроллинга. Контроллинг, в свою очередь, является основным поставщиком информации для управления предприятием. Цель информационной поддержки контроллинга — обеспечить руководство информацией о текущем состоянии дел предприятия и спрогнозировать последствия изменений внутренней или внешней среды [3, с. 44]. Основные задачи контроллинга согласно [4, с. 19] представлены в табл. 3.25.

Таблица 3.25

#### Основные задачи контроллинга

Виды контроллинга	Основные решаемые задачи
Контроллинг в системе управления	Целевая задача стратегического контроллинга — обеспечение продолжительного успешного функционирования организации. Основная задача оперативного контроллинга — обеспечение методической, информационной и инструментальной поддержки менеджеров предприятия
Финансовый контроллинг	Поддержание рентабельности и обеспечение ликвидности предприятия
Контроллинг на производстве	Информационное обеспечение процессов производства и управления
Контроллинг маркетинга	Информационная поддержка эффективного менеджмента по удовлетворению потребностей клиентов

<b>Виды контроллинга</b>	<b>Основные решаемые задачи</b>
Контроллинг обеспечения ресурсами	Информационное обеспечение процесса приобретения производственных ресурсов, анализ закупаемых ресурсов, расчет эффективности работы отдела снабжения
Контроллинг в области логистики	Текущий контроль за экономичностью процессов складирования и транспортировки материальных ресурсов

Сравним (в соответствии с табл. 3.26) основные задачи, которые решают ИСУП и контроллинг (см. табл.3.24 и 3.25).

*Таблица 3.26*

### **Сравнение задач ИСУП и контроллинга**

<b>Задачи ИСУП, решаемые для</b>	<b>Задачи контроллинга, решаемые</b>
Руководства предприятия	Контроллингом в системе управления
Финансово-бухгалтерских служб	Финансовым контроллингом
Управления производством	Контроллингом на производстве
Служб маркетинга	Контроллингом маркетинга
Служб сбыта и снабжения	Контроллингом обеспечения ресурсами
Служб складского учета	Контроллингом в области логистики

Из табл. 3.26 видно, что задачи ИСУП, решаемые для каждого уровня управления и службы предприятия, соответствуют задачам, решаемым контроллингом в той или иной сфере деятельности предприятия (а именно контроллингом в системе управления, финансовым контроллингом и т.д.).

Если рассматривать структуру ИСУП, то можно выделить 5 основных модулей, которые присутствуют в каждой информационной системе. Это финансово-экономическое управление, бухгалтерия и кадры, склад, производство, торговля (сбыт).

### **3.6.3. Перспективы совместного развития ИСУП и контроллинга**

Для того чтобы заглянуть в будущее, попробуем сначала вернуться в прошлое.

Как известно, развитие методов управления промышленными предприятиями в начале XX в. связывают прежде всего с именами Г. Форда, Ф. Тейлора, Г. Ганта, А. Файоля, Ю. Гастева, Н. Чарновского и др. Именно А. Файоль

разделил действия администрации на ряд функций, к которым отнес прогнозирование и планирование, создание организационных структур, руководство командой, координацию действий менеджеров и контроль (см. разд. 1.2.1 выше).

Важной составляющей ИСУП является блок логистики. Модель управления запасами, приводящая к «формуле квадратного корня» для оптимального размера заказа, предложена Ф. Харрисом в 1915 г., но получила известность после публикации широко известной работы Р. Вильсона в 1934 г., а потому часто называется моделью Вильсона [5]. Мощный толчок теория управления запасами получила в 1951 г. благодаря работам К. Эрроу (будущего нобелевского лауреата по экономике), Т. Харриса, Дж. Маршака. В 1952 г. были опубликованы работы А. Дворецкого, Дж. Кифера, Дж. Вольфовитца. На русском языке теория управления запасами рассматривалась в работах Е.В. Булинской, Дж. Букана, Э. Кенигсберга, Ю.И. Рыжикова, В.А. Лотоцкого, А.И. Орлова [6, 7], А.А. Колобова, И.Н. Омельченко и многих других.

Необходимо отметить работы по созданию ИСУП, выполненные в Киевском институте кибернетики АН УССР, созданном Б.В. Гнеденко в 1950-х гг. (в 1961 г. этот институт возглавил В.М. Глушков). В начале 60-х в США начались работы по автоматизации управления запасами. Конец 60-х связан с работами О. Уайта, который при развитии систем автоматизации промышленных предприятий предлагал рассматривать в комплексе производственные, снабженческие и сбытовые подразделения. В публикациях О. Уайта были сформулированы алгоритмы планирования, сегодня известные как MRP — планирование потребностей в материалах — в конце 60-х гг., и MRP II — планирование ресурсов производства — в конце 70-х — начале 80-х гг. [8, с. 24].

Отнюдь не все современные концепции управления возникали в США. Так, метод планирования и управления Just-in-time («точно вовремя») появился на предприятиях японского автомобильного концерна Тойота в 1950-х гг. (в рамках концепции бережливого производства [9]), а *методы OPT — оптимизированная технология* производства созданы в Израиле в 70-х гг. Концепция *компьютеризированного интегрированного производства CIM* возникла в начале 1980-х гг. и связана с интеграцией гибкого производства и систем управления им. *Методы CALS — компьютерная поддержка процесса поставок и логистики* возникли в 1980-х гг. в военном ведомстве США для повышения эффективности управления и планирования в процессе заказа, разработки, организации производства, поставок и эксплуатации военной техники [10, с. 12]. *Система ERP — планирование ресурсов корпорации* предложена аналитической фирмой Gartner Group в начале 1990-х гг., она давно подтвердила свою

жизнеспособность. *Системы CRM — управление взаимоотношениями с клиентами* стали нужными на высококонкурентном рынке, где в фокусе оказался не продукт, а клиент. Много было сделано в СССР и в России, прежде всего в Институте проблем управления, Центральном экономико-математическом институте, ВНИИ системных исследований и Вычислительном центре РАН.

В настоящее время постепенно акцент в планировании ресурсов предприятий (на основе *ERP-систем*) смещается к поддержке и реализации процессов управления цепью поставок (*SCM-систем*), управления взаимоотношениями с заказчиками (*CRM-систем*) и электронного бизнеса (*e-commerce систем*).

На основе анализа тенденций развития российского рынка программного обеспечения для автоматизации процесса управления предприятиями можно сделать вывод о его динамичном развитии и усложнении круга задач, требующих автоматизации. Вначале руководители российских предприятий чаще всего ставили простейшие задачи, в частности задачу автоматизации процесса работы бухгалтерии. С развитием компаний, усложнением бизнес-процессов возникала потребность не только в «посмертном бухгалтерском учете», но и в управлении материально-техническим снабжением (логистическими процессами), работой с дебиторами и кредиторами и многими другими видами деятельности, направленными на решение задач, которые ставит перед предприятием внутренняя и внешняя среда. Для удовлетворения этих потребностей менеджмента стали использовать корпоративные информационные системы управления — решения, охватывающие деятельность всего предприятия.

Таким образом, в результате «эволюции» ИСУП превратилась из компьютерной бухгалтерии и автоматизированной системы управления запасами в комплексную систему управления всего предприятия.

В настоящее время на рынке представлено большое количество типовых ИСУП — от локальных (стоимостью до 50 тыс. долл. США) до крупных интегрированных (стоимостью от 500 тыс. долл. США и выше). Типовые решения этих ИСУП «привязываются» фирмами-поставщиками к условиям конкретных предприятий.

Отметим, что в настоящее время основная часть ИСУП разрабатывается не на основе типовых решений, а в единичном экземпляре для каждого отдельного предприятия. Это делается соответствующими подразделениями предприятий с целью наиболее полного учета особенностей конкретных предприятий [11, с. 28–41]. Широкое распространение получила система «1С: ERP управление предприятием» [12].

В настоящее время бурно развивается цифровая экономика [13]. Ее технологии активно используются в ИСУП [14]. Она базируется на инновациях, в том числе в менеджменте [15, 16]. Искусственный интеллект необходим в организации производства в эпоху цифровой экономики [17].

Классификация типовых систем, имеющихся на российском рынке, разработана в работе [18, с. 27–28]. Приведем описание основных типов ИСУП.

1. **Локальные системы.** Как правило, предназначены для автоматизации деятельности по одному-двум направлениям. Зачастую могут быть так называемым «коробочным» продуктом. Стоимость таких решений лежит в пределах от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч долларов США.

2. **Финансово-управленческие системы.** Такие решения обладают гораздо большими функциональными возможностями по сравнению с локальными. Однако их отличительная черта — это отсутствие модулей, посвященных производственным процессам. И если в первой категории представлены только российские системы, то здесь соотношение российского и западного продуктов примерно равное. Сроки внедрения таких систем могут достигать до года, а стоимость — от 50 тыс. долл. до 200 тыс. долл. США.

3. **Средние интегрированные системы.** Эти системы предназначены для управления производственным предприятием и интегрированного планирования производственного процесса. Они характеризуются наличием специализированных функций. Такие системы наиболее конкурентоспособны на отечественном рынке в своей области специализации с крупными западными системами, при этом их стоимость существенно (на порядок и более) ниже, чем крупных.

4. **Крупные интегрированные системы.** На сегодняшний день это наиболее функционально развитые и соответственно наиболее сложные и дорогие системы, в которых реализуются стандарты управления MRPII и ERP. Сроки внедрения подобных систем с учетом автоматизации управления производством могут составлять несколько лет, а стоимость лежит в пределах от нескольких сот тысяч до нескольких десятков миллионов долларов. Следует отметить, что данные системы предназначены в первую очередь для повышения эффективности управления крупными предприятиями и корпорациями. Требования бухгалтерского или кадрового учета отходят в этом случае на второй план.

5. **Конструкторы** — это коммерческое программное средство, комплекс программных средств или специализированная среда программирования для относительно быстрого (по сравнению с универсальными средствами программирования) создания деловых приложений. Естественно, при этом опираются на лежащий в основе конструктора инвариант методологии и технологии функционирования.

**6. Специализированные решения** предназначены в основном для получения корпоративной консолидированной отчетности, планирования, бюджетирования, анализа данных по технологии OLAP (online analytical processing — оперативный анализ данных, а точнее многомерный оперативный анализ данных для поддержки принятия решений).

**Эконометрические методы в ИСУП.** Анализ реальных потребностей предприятий показал, что для создания полноценной системы, которая обеспечивала бы не только учетные функции, но и возможности прогнозирования, анализа сценариев, поддержки принятия управленческих решений, типового набора функций ERP-систем недостаточно. Решение данного класса задач требует применения аналитических систем и методов, прежде всего эконометрических [19–21], включения этих систем и методов в ИСУП.

Эконометрические методы представляют собой важную часть научного инструментария контролера, а их компьютерная реализация — важную часть информационной поддержки контроллинга. При практическом использовании эконометрических методов в работе контролера необходимо применять соответствующие программные системы. Могут быть полезны и общие статистические системы типа ДИСАН, ППАНД, SPSS, Statgraphics, Statistica, ADDA, и более специализированные Statcon, SPC, NADIS, REST (по статистике интервальных данных), Matrixer и многие другие [21, с. 42–53].

**ИСУП в решении задач контроллинга.** Подводя итоги, прежде всего отметим, что ИСУП в решении задач контроллинга играют бесспорно важную роль [22, 23]. С целью информационной поддержки контроллинга специальный модуль «Контроллинг» должен быть включен в состав ИСУП. Это необходимо для того, чтобы система не только обеспечивала компьютерную поддержку контроллинга, предоставляла менеджерам и специалистам актуальную и достоверную информацию обо всех бизнес-процессах предприятия, необходимую для планирования операций, их выполнения, регистрации и анализа, но и несла бы в себе информацию о полном рыночном цикле — от планирования бизнеса до анализа результатов деятельности предприятия. Так, программный комплекс «М-3» (следующее поколение системы «М-2»), разработанный компанией «Клиент-серверные технологии», позиционируется уже не просто как система управления предприятием, а как продукт, формирующий среду принятия решения. В комплексе «М-3» происходит смещение акцентов: от регистрационной системы к структуре, позволяющей реализовывать прогнозирование на основе профессионального анализа. Основой для этого служит реализация меха-

низма контроллинга, предполагающая создание инструмента для принятия оперативных решений в финансовой, производственной и иных областях деятельности предприятий.

Кроме того, опыт западных компаний показывает, что постепенно спрос растет на крупные интегрированные системы, которые отличаются глубиной поддержки управления большими многофункциональными группами предприятий (холдингами или финансово-промышленными группами).

И если говорить о развитии отечественной индустрии ИСУП и широком внедрении контроллинга в практику работы российских организаций и предприятий, то приходится констатировать, что у большинства российских предприятий этап полномасштабной информатизации бизнеса только начинается [21, с. 42–53]. Отметим, что достаточно часто контроллинг бывает «скрытым» — в публикациях описаны подходы к решению задач контроллинга и полученные результаты, но сам термин «контроллинг» не употребляется [24].

### **Список использованной литературы**

1. Орлов А.И., Волков Д.Л. Эконометрические методы при управлении ресурсами и информационная поддержка бизнеса для фирмы-оператора связи // Приднепровский научный вестник. Донбасский выпуск. Экономика. — 1998. — № 109 (176).
2. Виноградов С.Л. Контроллинг как технология менеджмента. Заметки практика // Контроллинг. — 2002. — № 2. — С. 2–6.
3. Карминский А.М., Дементьев А.В., Жевага А.А. Информатизация контроллинга в финансово-промышленной группе // Контроллинг. — 2002. — № 2. — С. 42–46.
4. Карминский А.М., Оленев Н.И., Примаков А.Г. и др. Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях. — Москва : Финансы и статистика, 1998. — 256 с.
5. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.
6. Орлов А.И. Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 843 с.
7. Орлов А.И. Теория принятия решений : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.
8. Уайт О.У. Управление производством и материальными запасами в век ЭВМ. — Москва : Прогресс, 1978. — 302 с.



9. *Орлов А.И.* Бережливое производство: оптимизация запасов и управление качеством // Научный журнал КубГАУ. — 2022. — № 184. — С. 164–177.
10. Компьютерно-интегрированные производства и CALS-технологии в машиностроении. — Москва : Федеральный информационно-аналитический центр оборонной промышленности, 1999. — 510 с.
11. *Любавин А.А.* Особенности современной методологии внедрения контроллинга в России // Контроллинг. — 2002. — № 1. — С. 28–29.
12. *Власова Л.Г., Гончаров Д.И.* Основы оперативно-производственного планирования с использованием системы «1С: ERP управление предприятием» : учебно-методические материалы для вузов. — Москва : 1С-Паблишинг, 2020. — 236 с.
13. *Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И.* Современная цифровая экономика. — Краснодар : КубГАУ, 2018. — 508 с.
14. *Меняев М.Ф.* Цифровая экономика на предприятии. — Москва : МГТУ, 2020. — 394 с.
15. *Орлов А.И.* Цифровая экономика, инновации в менеджменте и идеи Аристотеля // Инновации в менеджменте. — 2019. — № 20. — С. 74–79.
16. *Орлов А.И., Сажин Ю.Б.* Инновации в менеджменте, экология, хрестоматика и цифровизация // Инновации в менеджменте. — 2019. — № 4 (22). — С. 52–60.
17. *Орлов А.И.* Организационно-экономическое моделирование и искусственный интеллект в организации производства в эпоху цифровой экономики // Инновации в менеджменте. — 2021. — № 2 (28). — С. 36–45.
18. *Гуськова Е.А., Орлов А.И.* Информационные системы управления предприятием в решении задач контроллинга // Контроллинг. — 2003. — № 1. — С. 52–59.
19. *Орлов А.И.* Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.
20. *Агаларов З.С., Орлов А.И.* Эконометрика : учебник. — Москва : Дашков и К, 2021. — 380 с.
21. *Орлов А.И.* Эконометрическая поддержка контроллинга // Контроллинг. — 2002. — № 1. — С. 42–53.
22. *Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И.* Перспективные математические и инструментальные методы контроллинга : монография / под научной редакцией профессора С.Г. Фалько. — Краснодар : КубГАУ, 2015. — 600 с.

23. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента: монография / под общей редакцией С.Г. Фалько. — Краснодар : КубГАУ, 2016. — 600 с.

24. Орлов А.И. Контроллинг явный и контроллинг скрытый // Контроллинг. — 2018. — № 3 (69). — С. 28–32.

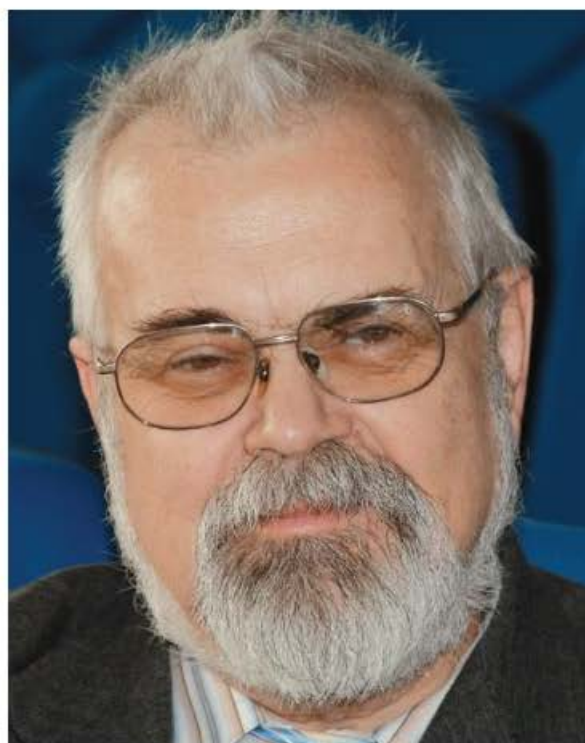
### ***Контрольные вопросы***

1. Какова роль информации в управлении?
2. Должна ли информационная система обязательно реализовываться с помощью компьютерной техники?
3. Обсудите базовые определения в области информационных систем управления предприятием.
4. Каковы основные задачи ИСУП?
5. В чем сущность контроллинга?
6. Каковы основные задачи контроллинга?
7. Каково место ИСУП в системе контроллинга?

### ***Темы докладов, рефератов, исследовательских работ***

1. Состав и движение массивов информации.
2. История развития ИСУП.
3. Обращение бумажных и электронных документов.
4. Контроллинг в России.
4. Эконометрические методы в информационных системах.
5. Роль Интернета и корпоративных компьютерных сетей в управлении предприятием.

## ПРИЛОЖЕНИЕ. ОБ АВТОРЕ



Орлов Александр Иванович, 1949 г., профессор (1995 г. — по кафедре математической экономики), доктор экономических наук (2009 г. — по математическим и инструментальным методам экономики), доктор технических наук (1992 г. — по применению математических методов), кандидат физико-математических наук (1976 г. — по теории вероятностей и математической статистике).

Профессор кафедр «Экономика и организация производства» факультета «Инженерный бизнес и менеджмент» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, руководитель секции «Организационно-экономическое моделирование, эконометрика и статистика», директор Института высоких статистических технологий и эконометрики, заведующий Научно-исследовательской лабораторией «Экономико-математические методы в контроллинге».

Член редколлегии и редакционных советов журналов «Контроллинг», «Инновации в менеджменте», «Экономика космоса», «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», Политематического сетевого электронного научного журнала Кубанского государственного аграрного университета (Научного журнала КубГАУ), «Bioscosmology — neo-Aristotelism», «Социология: методология, методы, математическое моделирование», «Управление большими системами: сборник трудов». Главный редактор электронного еженедельника «Эконометрика».

Академик Международной академии исследований будущего, Российской академии статистических методов. Вице-президент Всесоюзной статистической ассоциации, президент Российской ассоциации статистических методов.

Основные направления научной и педагогической деятельности: теория принятия решений, прикладная статистика и другие статистические методы, эконометрика, экономико-математические методы, экспертные оценки, менеджмент, экономика предприятия, макроэкономика, экология.

Автор более 1 250 научных и методических публикаций в России и за рубежом, в том числе более 60 книг. Один из наиболее цитируемых математиков и экономистов России.

Более подробная информация приведена на сайте «Википедия», в статье «Орлов, Александр Иванович (ученый)».

### ***Основные книги профессора А.И. Орлова***

1. *Орлов А.И.* Устойчивость в социально-экономических моделях. — Москва : Наука, 1979. — 296 с.

2. *Орлов А.И.* Задачи оптимизации и нечеткие переменные. — Москва : Знание, 1980. — 64 с.

3. *Орлов А.И., Тюрин Ю.Н., Литвак Б.Г. и др.* Анализ нечисловой информации (препринт). — Москва : Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика», 1981. — 80 с.

4. *Гусев В.А., Орлов А.И., Розенталь А.Л.* Внеклассная работа по математике в 6–8 классах. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Просвещение, 1977. — 288 с.

5. *Орлов А.И., Легостаева И.Л., Черномордик О.М.* Пакет программ анализа данных «ППАНД» : учебное пособие. Москва : Сотрудничающий центр Всемирной организации здравоохранения по профессиональной гигиене, 1990. — 93 с.

6. *Орлов А.И., Кольцов В.Г., Иванова Н.Ю.* Математическое моделирование процессов налогообложения (подходы к проблеме). — Москва : ЦЭО Министерства общего и профессионального образования РФ, 1997. — 232 с.

7. *Орлов А.И., Боголюбов С.А.* Экология : учебное пособие. — Москва : Знание, 1999. — 288 с.

8. *Орлов А.И., Боголюбов С.А., Прокофьева Ж.В. и др.* Менеджмент : учебное пособие. — Москва : Знание, 2000. — 288 с.

9. Орлов А.И., Боголюбов С.А. Управление качеством окружающей среды. Т. 1 : учебник. — Москва : МИЭМ, 2000. — 283 с.
10. Орлов А.И., Боголюбов С.А. Системы экологического управления : учебник. — Москва : Европейский центр по качеству, 2002. — 224 с.
11. Орлов А.И. Эконометрика : учебник. — 3-е изд. — Москва : Экзамен, 2004. — 576 с.
12. Орлов А.И., Федосеев В.Н., Ларионов В.Г. и др. Управление промышленной и экологической безопасностью : учебное пособие. — 2-е изд. — Москва : УРАО, 2003. — 220 с.
13. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере : учебное пособие. — Москва : Академия, 2003. — 384 с.
14. Орлов А.И. Теория и методы разработки управленческих решений : учебное пособие. — Москва ; Ростов-на-Дону : МарТ, 2005. — 496 с.
15. Орлов А.И. Прикладная статистика : учебник. — Москва : Экзамен, 2006. — 672 с.
16. Орлов А.И. Теория принятия решений : учебник. — Москва : Экзамен, 2006. — 576 с.
17. Орлов А.И., Анисимов С.Н., Колобов А.А. и др. Проектирование интегрированных производственно-корпоративных структур: эффективность, организация, управление / под редакцией А.А. Колобова, А.И. Орлова. — Москва : МГТУ, 2006. — 728 с.
18. Колобов А.А., Омельченко И.Н., Орлов А.И. Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость. — Москва : Экзамен, 2008. — 621 с.
19. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. В 3 частях. Ч. 1. Нечисловая статистика. — Москва : МГТУ, 2009. — 542 с.
20. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. В 3 частях. Ч. 2. Экспертные оценки. — Москва : МГТУ, 2011. — 486 с.
21. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. В 3 частях. Ч. 3. Статистические методы анализа данных. — Москва : МГТУ, 2012. — 624 с.
22. Орлов А.И. Эконометрика : учебник для вузов. — 4-е изд., доп. и перераб. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. — 572 с.
23. Орлов А.И. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование : учебное пособие для вузов. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. — 475 с.

24. Орлов А.И. Вероятность и прикладная статистика: основные факты : справочник. — Москва : КноРус, 2010. — 192 с.
25. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений : учебник. — Москва : КноРус, 2011. — 568 с.
26. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. Разработка и развитие устойчивых экономико-математических методов и моделей для модернизации управления предприятиями. — Саарбрюккен : Ламберт, 2011. — 436 с.
27. Орлов А.И. Проблемы управления экологической безопасностью. Итоги двадцати лет научных исследований и преподавания. — Саарбрюккен : Палмариум, 2012. — 344 с.
28. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика : монография. — Краснодар : КубГАУ, 2014. — 600 с.
29. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Перспективные математические и инструментальные методы контроллинга: монография / под научной редакцией профессора С.Г. Фалько. — Краснодар : КубГАУ, 2015. — 600 с.
30. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента : монография / под общей редакцией С.Г. Фалько. — Краснодар : КубГАУ, 2016. — 600 с.
31. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Современные подходы в наукометрии : монография / под научной редакцией профессора С.Г. Фалько. — Краснодар : КубГАУ, 2017. — 532 с.
32. Орлов А.И. Методы принятия управленческих решений : учебник. — Москва : КНОРУС, 2018. — 286 с.
33. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Современная цифровая экономика. — Краснодар : КубГАУ, 2018. — 508 с.
34. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Высокие статистические технологии и системно-когнитивное моделирование в экологии : монография. — Краснодар : КубГАУ, 2019. — 258 с.
35. Орлов А.И. Эконометрика : учебное пособие. — Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 676 с.
36. Агаларов З.С., Орлов А.И. Эконометрика : учебник. — Москва : Дашков и К, 2021. — 380 с.
37. Орлов А.И. Искусственный интеллект: нечисловая статистика : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 446 с.

38. Орлов А.И. Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 843 с.
39. Орлов А.И. Искусственный интеллект: экспертные оценки : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 436 с.
40. Орлов А.И. Основы теории принятия решений : учебное пособие. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 66 с.
41. Орлов А.И. Прикладной статистический анализ : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 812 с.
42. Орлов А.И. Проблемы управления экологической безопасностью : учебное пособие. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 224 с.
43. Орлов А.И. Теория принятия решений : учебник. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.
44. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.
45. Орлов А.И. Экспертные оценки : учебное пособие. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 57 с.
46. Орлов А.И., Луценко Е.В. Анализ данных, информации и знаний в системной нечеткой интервальной математике : монография. — Краснодар : КубГАУ, 2022. — 405 с.
48. Агаларов З.С., Орлов А.И. Эконометрика : учебник — 2-е изд. — Москва : Дашков и К, 2023. — 380 с.