

Федеральное агентство по образованию
Байкальский государственный университет экономики и права

**УПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТЬЮ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

С.В. Чупров

**ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

Иркутск
Издательство БГУЭП
2007

УДК 005.12 + 658.511

ББК 65.050

Ч 92

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Байкальского государственного университета экономики и права

Научный редактор д-р экон. наук, проф. Г.В. Давыдова

Рецензенты д-р техн. наук, проф. А.В. Петров
д-р экон. наук, проф. В.М. Рыков

Работа выполнена при финансовой поддержке Международного научного фонда экономических исследований академика Н.П. Федоренко 2005 года (Проект № 2005-061).

Чупров С.В.

Ч 92 Теория управления и устойчивость производственных систем / С.В. Чупров. — Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2007. — 440 с. (Серия «Управление устойчивостью производственных систем».)

ISBN 978-5-7253-1609-4

Монография посвящена исследованию устойчивости производственных систем в комплексе структурного, организационного и поведенческого аспектов. В центре внимания закономерности эволюции производственных систем, их интеллектуализация и адаптация на основе применения кибернетических методов и инструментов. Развивается теоретико-информационный подход к анализу деятельности и поддержанию устойчивости производственных систем с привлечением представлений физики и нелинейной динамики, компьютерных технологий управления и языка нечетких множеств.

Для научных работников, студентов, преподавателей, менеджеров, всех, кто интересуется проблемами исследования и обеспечения устойчивости промышленных предприятий.

Stability of production systems is explored in the context of its structural, organizational, and behavioral aspects. The focus is on the tendencies in the evolution of intelligent production systems and their adaptability as a result of application of cybernetic methods and tools. An information-theoretic approach to the analysis of production systems' stability and its sustainment is developed based on physics and non-linear dynamics, computerized management technologies, and fuzzy sets.

For researchers, students, faculty, managers, for all who are interested in investigating and maintaining stability of industrial enterprises.

ББК 65.050

ISBN 978-5-7253-1609-4

© Чупров С.В., 2007

© Издательство БГУЭП, 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i>	6
<i>Введение</i>	9
1. <i>Окружение, структура и поведение производственных систем</i>	13
1.1. <i>Предприятие как производственная система</i>	13
1.2. <i>Внешняя среда и ее влияние на поведение предприятия</i>	28
1.3. <i>Целевые и структурно-функциональные свойства деятельности предприятия</i>	42
2. <i>Функции, принципы и эффективность управления предприятием</i>	60
2.1. <i>Проблемы управляемости и наблюдаемости систем. Функции управления деятельностью предприятия</i>	60
2.2. <i>Идеи кибернетики в управлении производственными системами</i>	72
2.3. <i>Системология и принципы управления поведением предприятия</i>	86
2.4. <i>Факторы и критерии эффективности управления предприятием</i>	103
3. <i>Теоретические представления о сущности фундаментального понятия устойчивости в экономических исследованиях</i>	111
3.1. <i>Содержание и коренные черты атрибута устойчивости динамических систем</i>	111
3.2. <i>Взгляд на природу экономической устойчивости с естественно-научных позиций</i>	142
3.3. <i>Обзор модельных исследований устойчивости экономических процессов</i>	179

4. Закономерности эволюции и устойчивость производственных систем	194
4.1. Равновесие и устойчивость промышленных предприятий в трансформационной среде российской экономики	194
4.2. Институциональные преобразования и информационный фактор поведения производственных систем	206
4.3. Синергетическая интерпретация эволюции производственных систем: от неустойчивого равновесия к устойчивому неравновесию	218
5. Развитие методологии познания и обеспечения устойчивости производственных систем в условиях их инновационной модернизации	241
5.1. Методологическая аргументация исследования и поддержания устойчивости производственных систем	241
5.2. Логика прогресса производственных систем и организационно-управленческой поддержки их устойчивости	250
5.3. Информационный и инновационный ресурсы адаптивного поведения производственных систем ...	259
5.4. Энтропия и информация в производственной системе, их взаимосвязь и влияние на устойчивость ее экономического эффекта	268
6. Обобщенный подход к анализу поведения и информационного потенциала производственных систем	285
6.1. Количественный и качественный аспекты информации. Порядок в производственной системе, его оценка и принцип достаточности	285
6.2. Разнообразие состояний системы как обобщение меры их неоднородности и нерегулярности	297
6.3. Симбиоз вероятностного и детерминированного способов и принцип дополнительности в анализе поведения производственной системы	301

7. Концепция, методы и инструменты управления устойчивостью промышленных предприятий	308
7.1. Предпосылки построения и функции системы управления устойчивостью предприятия	308
7.2. Концептуальные и инструментальные основы адаптивного управления производственными системами	320
7.3. Методы анализа и сохранения устойчивости эффективной деятельности предприятий	334
8. Совершенствование адаптивного управления производственными системами с использованием эвристических алгоритмов и знаний	345
8.1. Интеллектуализация и гибкость планирования производственной программы предприятий	345
8.2. Принцип сложности и объективизация классификации производственных систем	355
8.3. Типология производственных систем и повышение адаптивности их поведения.....	361
Заключение	372
Список использованной литературы	376
Приложения	408
Приложение 1. Модельные исследования устойчивости экономических процессов	408
Приложение 2. Анализ устойчивости динамической структуры пассивов предприятия	420
Приложение 3. Формализация и анализ изменения параметров неоднородности, нерегулярности и разнообразия состояний производственных систем	421
Приложение 4. Условие однонаправленного изменения параметров неоднородности, нерегулярности и разнообразия состояний производственных систем	436

*Моим незабвенным родителям
и «солнышкам» жене и дочери посвящаю*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Окружающий нас мир поражает многообразием системных образований и универсальными закономерностями их создания и поведения. Постигая природные, технические, биологические, социальные и иные системы, человек с давних пор стремился проникнуть в тайны гармонии и привнести в свои творения открытые им принципы и механизмы функционирования. Шаг за шагом исследователи поднимались по ступеням научного прогресса, обогащая свой интеллект и передавая потомкам добытые ими знания о системах и управлении ими.

В вечном движении материи, возникновении и разрушении упорядоченных структур рождались и развивались одни системы, деградировали и отмирали другие. Преодоление и разрешение противоречий обнаруживало в системах свойство поддержания протекающих в них процессов, оберегающее их от влияния вредных возмущений. Подобный присущий системам феномен устойчивости пробуждал понятный интерес у исследователей и поныне остается притягательным для них, особенно в сфере экономических систем, среда которых изобилует бурными переменами.

Предлагаемая вниманию читателей монография представляет собой четвертую книгу из серии «Управление устойчивостью производственных систем». Предыдущие монографии фокусировали внимание на проблематике диагностики [445] и мониторинга устойчивости промышленных предприятий [452; 454] и потому имели в известной мере профильный характер, отвечающий потребностям теории и практики антикризисного управления. Продолжая тематическое обсуждение свойства устойчивости, эта монография в большей степени касается мировоззренческих вопросов ее изучения, не теряя при этом из виду и прикладной аспект обеспечения устойчивости производственных систем.

Отправляясь от анализа динамических процессов механических систем, теория устойчивости с самого начала вос-

приняла стиль физических исследований, благодаря чему приобрела логические правила обоснования своих постулатов. Между тем адресуемая экономистам монография может обмануть их ожидания, если в ущерб предметному содержанию проблематики устойчивости станет доминировать абстрактно-формализованный подход к ее рассмотрению, поэтому автор осознанно старался не вдаваться в математические тонкости анализа устойчивости обозреваемых процессов (заинтересованный читатель найдет их в специальной литературе, например, в [28; 212]), предпочитая сосредоточиться преимущественно на приложении ее аналитического аппарата к поведению производственных систем.

Думается, читателя вряд ли удивит тезисное изложение парадигм управления, очевидных с теоретической точки зрения, но необходимых для понимания природы устойчивости производственных систем. Зато более подробно обсудим развиваемые в монографии вопросы, к разработке которых автор имел непосредственное отношение, и в частности, обобщение количественного и качественного аспектов информации и симбиоз вероятностного и детерминированного описания информационных процессов в производственных системах с использованием языка теории информации и нечетких множеств.

Волею судьбы навыки анализа и синтеза систем управления прививались нашему поколению инженеров-экономистов в период интенсивного освоения кибернетики и оснащения вычислительной техникой народного хозяйства. Храня добрые воспоминания о славном времени учебы в Иркутском политехническом институте (ныне Иркутский государственный технический университет) и работы в его отраслевой научно-исследовательской лаборатории АСУП, автор при подготовке монографии вновь почувствовал сопричастность с новаторским трудом своих учителей и товарищей в проектировании, внедрении и эксплуатации АСУП на промышленных предприятиях. Традициями научной школы, заложенными профессором Е.И. Поповым и его учениками, проникнуты и предлагаемые подходы к решению проблем управления, которые дали импульс выполнению фундаментальных исследований по грантам Министерства образования РФ в 1997–2004 гг. и Международного научного фонда экономических исследований акад. Н.П. Федоренко в 2006 г. в Байкальском государ-

ственном университете экономики и права. Всем, с кем по-частливилось наполнить молодые годы романтикой увлечения идеями кибернетики и их осуществлением в управлении производством и учебном процессе, автор питает чувства искреннего уважения и симпатии.

В осмыслении математических методов исследования устойчивости систем автору оказали помощь заслуженный деятель науки РФ д-р физ.-мат. наук, профессор В.А. Дыхта и канд. физ.-мат. наук, доцент Р.З. Абдуллин. Высоко ценя щедрые консультации и советы своих коллег, автор выражает им глубокую благодарность.

Автор признателен за рецензирование монографии декану факультета кибернетики Иркутского государственного технического университета д-ру техн. наук, профессору А.В. Петрову и начальнику Департамента инновационной деятельности, науки и высшей школы Иркутской области д-ру экон. наук, профессору В.М. Рыкову.

Как и прежде, автор ожидает критические замечания и предложения читателей, направленные по адресу: 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, БГУЭП или электронной почтой на E-mail: chuprov@isea.ru.

Вам пояснять, в чем сущность управления,
Считал бы я излишней тратой слов,
Раз мне известно, что познавья ваши
Намного превосходят все советы,
Которые я мог бы дать. Осталось
Облечь нам только этой властью ваши
Высокие достоинства и — к делу
Их применить.

Шекспир. Мера за меру

ВВЕДЕНИЕ

Со времени Г. Галилея (G. Galilei) и И. Ньютона (I. Newton) представления о равновесиях и движениях механических систем обогатились крупными достижениями последних столетий, в чем немалая заслуга лорда У. Кельвина (W. Kelvin), Ж. Лагранжа (J. Lagrange), А. Пуанкаре (H. Poincaré), Э. Рауса (E. Routh), Н.Е. Жуковского и др. Но подлинный прорыв в теории устойчивости совершил А.М. Ляпунов (1857–1918), исследования которого на исходе XIX века придали ей методологическую строгость и выдвинули ее основоположника в почетный ряд классиков естествознания. Научная отточенность предложенного им подхода и безукоризненность доказательства теорем стали вескими аргументами в пользу того, что принципы А.М. Ляпунова, день рождения которого в этом году отмечен 150-летним юбилеем, были подхвачены и нашли широкое применение прежде всего в технической и смежных с нею областях.

Экономика не осталась в стороне от магического действия теории устойчивости и восприняла ее парадигму, но, в отличие от техники, конструктивность и успешность применения ее инструментария в экономических приложениях выражены гораздо скромнее, что отнюдь не является свидетельством отступления теории устойчивости перед сложностью экономических процессов и объектов. Причиной этого (возможно, не единственной) является слабая информированность экономистов о концепции устойчивости и математический аппарат ее анализа, доступный подготовленному специалисту.

Между тем отечественная практика управления предприятиями указывает на три несомненных довода для привле-

чения теории устойчивости к изучению производственных систем. Во-первых, стремительный поток инноваций и становление экономики знаний фокусируют внимание на последствиях их влияния на жизнеспособность наших предприятий на фоне глобализирующейся экономики; во-вторых, высокая возмущенность макросреды переходного периода, вызывающая в поведении российских предприятий нелинейные процессы, вплоть до катастроф, и угрожающая устойчивости их деятельности; в-третьих, семимильный прогресс алгоритмического и программного оснащения информационных технологий, использующих эвристические средства моделирования. Эти обстоятельства диктуют необходимость очертить хотя бы контуры подходов к анализу и обеспечению устойчивости производственных систем под углом зрения как преобразующих процессов, так и научных парадигм.

Исследование устойчивости производственных систем правомерно подводит к ее осмыслению с позиций естествознания, помня о зарождении понятия устойчивости в «недрах» механики и ее интерпретации в статистической физике. Поэтому при обсуждении истоков и развития учения об устойчивости резонно обратиться к наследию Ж. Лагранжа (J. Lagrange), Дж. Гиббса (J. Gibbs), Л. Больцмана (L. Boltzmann) и теоретиков кибернетики и синергетики. Они оказали плодотворное влияние на выяснение сущности и свойств равновесия и устойчивости в экономических процессах, чему посвятили научный поиск М. Алле (M. Allais), А.А. Богданов, Л. Вальрас (L. Walras), Ж. Дебре (G. Debreu), Л.В. Канторович, Н.Д. Кондратьев, Дж. Кейнс (J. Keynes), О. Ланге (O. Lange), В. Леонтьев, В.Л. Макаров, А. Маршалл (A. Marshall), Дж. Нэш (J. Nash), В.М. Полтерович, П. Самуэльсон (P. Samuelson), Е.Е. Слуцкий, Дж. Стиглер (G. Stigler), Дж. Стиглиц (J. Stiglitz), Дж. Хикс (J. Hicks), Й. Шумпетер (J. Schumpeter), К. Эрроу (K. Arrow) и др.

Вместе с тем анализ структуры и поведения экономических объектов восходит к фундаментальным исследованиям в мире систем, в которых особенно ценен вклад физиков: А.А. Андропова, Н. Бора (N. Bohr), В. Гейзенберга (W. Heisenberg), И. Пригожина, Г. Хакена (H. Haken), Э. Шредингера (E. Schrödinger); математиков: В.И. Арнольда, Н. Винера (N. Wiener), Л. Заде (L. Zadeh), А.Н. Колмогорова, Н.Н. Моисеева, Дж. фон Неймана (J. von Neumann), К. Шеннона

(С. Shannon); биологов: П.К. Анохина, Н.А. Бернштейна, У. Эшби (W. Ashby); философов: В.Г. Афанасьева, И.Б. Новика, М.И. Сетрова, А.Д. Урсула и др. В органическом «сплаве» этих научных областей и кристаллизуются теоретические и методологические воззрения об устойчивости функционирования производственных систем.

На этом основании изложение проблематики управления предприятием предполагает осведомленность о закономерностях и принципах организации и управления, для чего они упоминаются в довольно компактной форме в первой и второй главе, что дает возможность искушенному читателю пропустить их чтение и начать с третьей главы, вводящей в сущность свойства устойчивости в экономике.

Принимая во внимание обширный аналитический материал по изучению природы и свойств равновесия и устойчивости в экономических исследованиях, целесообразно провести обзор распространенных моделей и охарактеризовать полученные результаты (третья глава). С распространением метода А.М. Ляпунова на корпоративное управление удастся определить и проанализировать условия обеспечения устойчивости рациональной структуры пассивов и эффективной деятельности предприятий.

После этого можно приступить к обсуждению эволюции производственных систем в рамках энтропийной и информационной парадигм. Перенос теоретико-системных подходов в область изучения хозяйственных процессов ныне осуществляется перед лицом быстрых и радикальных перестроек, инициированных как институциональными преобразованиями в нашей стране, так и технологическими инновациями, в корне меняющих деятельность производственных систем. А значит, полезно рассмотреть генезис и развитие понятий равновесия и устойчивости в историческом и логическом аспектах в рамках энтропийных и информационных представлений и концепций нелинейной динамики и синергетики (четвертая и пятая главы). Исследуя не только количественный, но и качественный атрибут информационного потенциала производственной системы, можно попытаться выполнить их обобщение, а затем, в симбиозе вероятностного и детерминированного способов измерения количества информации, раскрыть проявление физического принципа дополнительности Н. Бора (N. Bohr) в описании пове-

дения производственной системы (шестая глава). При этом анализ разнообразия состояний системы сопровождается обоснованием параметров их упорядоченности, что дает возможность сформулировать принцип достаточности в производственной системе, ввести параметры неоднородности и нерегулярности ее состояний для классификации этих систем и использования для настройки моделей планирования производства.

Практическое применение излагаемый подход находит в типологии производственных систем и проектировании адаптивной системы управления, в модельные алгоритмы которой встроены функции эвристической обработки плохо формализуемой качественной информации на базе аппарата теории нечетких множеств (седьмая и восьмая главы). В итоге такая система становится не только прикладным комплексом управления устойчивостью производственных систем, но и орудием извлечения знаний о специфике процессов потери и восстановления устойчивости в ходе компьютерных экспериментов, что позволяет говорить о самообучении и интеллектуализации управленческой деятельности персонала предприятий.

В приложении монографии вынесены табличный материал и математические выкладки, которые могут быть интересны по соображениям корректности и доказательности приводимых утверждений.

Конечно, полиаспектный охват свойств поведения предприятий сужает возможности, для того чтобы в монографии рельефнее оттенить такие значимые для устойчивости промышленных предприятий грани, как институциональную, экологическую, социально-психологическую и иные, достойные скрупулезного и компетентного рассмотрения. Вот почему, не пренебрегая финансовым аспектом работы предприятий, автор старался без необходимости не углубляться в него, полагая уместным проведение для этого обстоятельного анализа [445; 452; 454].

Расширение системных исследований в русле классических и современных парадигм о динамике и устойчивости движения способствует развитию фундаментальных результатов науки об управлении благодаря совершенствованию теории, методологии и прикладных инструментов поддержания деятельности предприятий в сильно возмущенной экономической среде.

1. ОКРУЖЕНИЕ, СТРУКТУРА И ПОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

1.1. Предприятие как производственная система

Стремительное ускорение перемен в деловой среде подвергают предприятия испытанию внешних и внутренних угроз, ввиду чего они претерпевают непрерывное изменение своего строения и поведения. «Проблемы, с которыми мы столкнемся завтра, будут *совершенно не похожи на сегодняшние...*, — убежден П. Друкер (P. Drucker), — ...мы живем в эпоху *глубоких перемен*, которые по своей масштабности и возможным последствиям превосходят и те, что произошли в результате Второй индустриальной революции в середине XIX века, и те, что были вызваны Великой депрессией и Второй мировой войной» (выделено в тексте П. Друкером) [131, с. 11–12]. Источниками опасностей в работе предприятий становятся не только противоречия регионального или национального хозяйств, но и глобальных сдвигов в экономике, вторгающихся в сферу деятельности каждого предприятия.

Для сохранения и укрепления позиций предприятий в конкурентном окружении существенно не утратить системного взгляда на их структуру, поведение и коммуникации с внешней средой. Такой подход позволяет не только лучше понять процесс эволюции предприятий, но и провести методологическую выверку результатов аналитического исследования.

Знание и использование системной концепции способствует поддержанию ресурсного потенциала предприятий и достижению их эффективной адаптации к подвижной и неопределенной рыночной ситуации. Тем самым удается придать им свойство устойчивости и избежать дальнейшей деградации и разрушения, а стало быть, обеспечить предприятиям маневренность и прогрессивное развитие. Вот почему с позиций *системологии предприятие представляет собой открытую динамическую целенаправленную систему, взаимодействующую с внешней средой и обладающую свойством адаптации к ее условиям*. Осмысление этой характеристики предприятия приводит к следующему заключению.

Во-первых, примечательно прежде всего то, что предприятие не закрыто от своего окружения, восприимчиво к состоянию внешней среды и может откликаться на него. Для контактов предприятия с окружением служат каналы коммуникаций между ними: предприятие имеет **входы**, через которые внешняя среда воздействует на него, и **выходы**, посредством которых предприятие оказывает обратное влияние на свое окружение.

Со стороны среды предприятие «ощущает» раздражающие его деятельность разного рода помехи (шумы), или **возмущения** (как внешние — сбои в поставках ресурсов, падение спроса, неплатежи и др., так и внутренние — отказы оборудования, болезни работников, конфликты в коллективе и др.), которые вызывают отклонение его работы от заданного режима. Возмущения можно рассматривать как такое действие, которое нарушает естественный ход процесса и требуемую функциональную зависимость между параметрами входа и выхода системы. В математических моделях возмущения удобно вводить элементом, учитывающим влияние не только случайных событий, но и игнорируемых моделью факторов, ошибки измерения показателей и т.п.

В зависимости от полноты знания о воздействиях среды на объект управления выделяют наблюдаемые и ненаблюдаемые связи объекта со своим окружением. Если связи первого рода передают непосредственно измеряемую информацию, то связи второго рода охватывают либо отбрасываемую информацию, либо случайные возмущения, влияющие на объект. В свою очередь, наблюдаемые связи объекта управления со средой подразделяются:

- на управляемые связи, с помощью которых можно целенаправленно изменять состояние объекта (объем изготавливаемой продукции, некоторые статьи затрат, договорные цены на потребляемые ресурсы и др.);
- на неуправляемые контролируемые связи, характеризующие воздействие среды на объект (неуправляемые входы), т.е. учитываемые, но «неподвластные» для регулирования воздействия (спрос на продукцию, инфляция, налоги и др.);
- на информирующие связи о состоянии объекта — выходы объекта (себестоимость выпускаемой продукции, доходы от ее продажи и др.).

Во-вторых, предприятию как динамической системе свойственно поведение, что дает ему возможность реагировать

на сигналы внутренней и внешней среды. В этом смысле по У. Эшби (W. Ashby) возмущение есть просто то, что смещает, передвигает систему из одного состояния в другое. Правда, такое определение стирает различие между возмущением и управленческим воздействием, которое также несет в себе смену состояний системы, имея в виду движение ее по намеченной траектории (впрочем, иногда условно полагают управляющее воздействие частным случаем внешнего возмущения). В экономико-математической литературе можно найти более глубокую дифференциацию внешних воздействий на управленческие, случайные и неопределенные. При этом для случайных воздействий известны статистические характеристики, а для неопределенных — лишь интервал возможных значений.

В возмущенной среде, распознавая ее сигналы, а затем используя благоприятные и локализуя действие негативных факторов, предприятие стремится выдерживать «выбранный курс» и добиться достижения своих *целей*. Цель часто ассоциируется с желаемым конечным состоянием системы, которое она должна обрести в течение приемлемого периода времени [83; 175; 285; 295; 336], заранее заданный результат управленческой деятельности [5; 25; 167; 316] или тем и другим вместе [198]. При этом в общем случае работа предприятия может преследовать одновременно не одну, а ряд целей, имеющих к тому же противоречивый характер: улучшение одних целевых показателей возможно лишь при ухудшении других и наоборот, в результате чего деятельность предприятия становится не только многоцелевой, но и более взвешенной. В такой ситуации на пространство целей предприятия накладывается отпечаток их взаимозависимости, что заметно усложняет решение многокритериальной задачи выбора предпочтительного поведения предприятия.

Небезынтересно, что одно из направлений формирования стратегий, известное как школа дизайна, оценивает стратегии с точки зрения последовательности, т.е. отсутствия в ней противоречивых целей. Считается за благо, когда цели предприятия бесконфликтны, хотя добиться подобной гармонии не всегда возможно, и потому аналитики вынуждены искать между ними компромисс. Разработанные к настоящему времени математические методы (последовательных уступок, многоцелевого программирования и др.) позволяют найти

решение, удовлетворяющее в определенной мере ожиданиям аналитиков по всем критериям.

Между тем в экономической науке не сложилось единодушного взгляда на приоритет целей и это понятно: слишком велико разнообразие видов деятельности и влияние множества факторов среды, чтобы вести речь об унификации и ранжировании целей предприятий. Достаточно сослаться лишь на наиболее распространенные подходы к формулированию целей.

Весьма часто цели предприятий рассматриваются в аспекте сохранения их жизнеспособности. Тогда логично, что «управление в больших системах направлено, главным образом, на поддержание устойчивости, а не на безудержную погоню за высокой прибылью или достижение какого-либо другого максимума, — замечает С. Бир (S. Beer). — Но высшее руководство, помимо обеспечения в той или иной форме стабильности, заинтересовано и в достижении других целей» [51, с. 71]. С точки зрения П. Друкера (P. Drucker), «мотив прибыли и вытекающая из него концепция максимизации прибыли не имеют никакого отношения к функции любой коммерческой фирмы, ее назначению и управленческим задачам. По сути, концепция мотива прибыли не просто бесполезна — она вредна» [132, с. 38]. И это, безусловно, так. Помимо коммерческого успеха, руководство предприятий может выдвигать цели сохранения рабочих мест, вложения финансовых средств в производственные и социальные объекты, инфраструктуру и другие достаточно дорогие проекты.

Основной целью технотруктуры нередко провозглашают экономический рост фирмы, поскольку, благодаря ему, фирма способна ограждать свои доходы и прибыль от нежелательных изменений. Обращая на это внимание, Дж. Гэлбрейт (J. Galbraith) констатирует: «Различные защитные и положительные цели технотруктуры могут оказаться в противоречии друг с другом. Хотя рост, вообще говоря, усиливает власть технотруктуры и укрепляет тем самым ее способность обеспечивать минимально необходимый уровень доходов и служит, таким образом, ее защитным целям, некоторые виды роста...связаны с повышенным риском. Необходимость продемонстрировать рост дохода может прийти в столкновение с интересами обеспечения роста. Техническое развитие может поставить под угрозу стабильность доходов» [119, с. 146].

В-третьих, непрерывное функционирование предприятия предполагает наличие в нем **ресурсов**¹, которые поступают из внешней среды через входы и передаются в нее через выходы предприятия. В этом отношении деятельность предприятия представляет собой не что иное, как преобразование поступающих и располагаемых ресурсов (рис. 1.1).

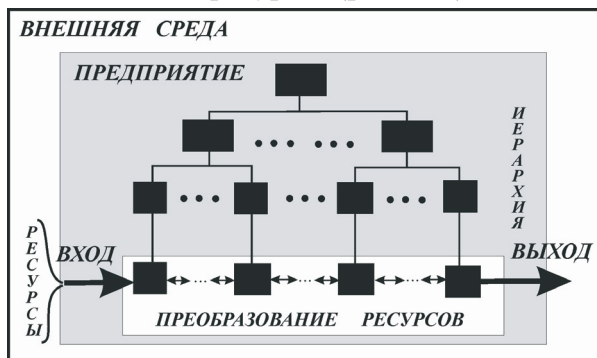


Рис. 1.1. Предприятие — преобразователь ресурсов

Напомним, что цель промышленного производства, как считает Л. Вальрас (L. Walras), состоит в преобразовании сырья в предметы потребления для увеличения их ограниченного количества [36]. По мнению П. Друкера (P. Drucker), «бизнес можно определить как процесс, который превращает внешние ресурсы, а именно знание, во внешние результаты — экономические ценности» [130, с. 14]. Аналогичный подход демонстрируют Д. Хэй (D. Hay) и Д. Моррис (D. Morris): «Фирма — это то место, где имеющиеся на данный момент ресурсы преобразуются через инвестиции и НИОКР в будущее потребление общества» [420, с. 554]. Подобный взгляд на производственную деятельность правомерен и разделяется как зарубежными (см., например, [424]), так и отечественными аналитиками ([177; 250; 293; 312; 330]). Поскольку в таких системах осуществляются законченные во времени действия или операции, в последнее время их стали именовать операци-

¹ Термин «ресурсы» в этом контексте более удачен, чем близкие по смыслу «факторы производства», которые лучше подходят для описания источников воздействия на деятельность производственной системы, что созвучно и мысли П. Самуэльсона (P. Samuelson) по поводу аргументов производственной функции [348].

онными, включая в них перерабатывающие подсистемы, подсистемы обеспечения, планирования и контроля.

Возвращаясь к цитате П. Друкера (P. Drucker), можно отметить, что получившая распространение в теории организации ресурсная концепция отводит приоритет анализу нематериальных ресурсов, среди которых человеческие ресурсы, интеллектуальный капитал и знания. При этом стратегические активы предприятия формируют его устойчивые конкурентные преимущества. Полагают, что в достаточно стабильный период работы предприятия важными для него являются материальные активы, а в полосу экономического спада и нестабильности — организационные активы и способности.

Вместе с тем нет сомнения в том, что, несмотря на объяснимый акцент на интеллектуализацию ресурсного потенциала предприятия, должна поддерживаться сбалансированность различных видов ресурсов (материально-технических, энергетических, трудовых, информационных, финансовых и др.). Аномалии в структуре ресурсного обеспечения чреватые ее разложением и необратимой деградацией, для предотвращения которой необходим их постоянный кругооборот и воспроизводство. Недаром, по заключению В.Л. Макарова и его коллег, воспроизводство служит одной из основных целей системы [212]. Лишь тогда станет возможным не только сохранение прежнего ресурсного потенциала, но и наращивание его конкурентоспособности. В теории ресурсной базы Б. Вернерфельта (B. Wernerfelt) одно из положений гласит: «Стратегия крупной фирмы включает достижение равновесия между эксплуатацией существующих ресурсов и развитием новых» [255, с. 228].

В дальнейшем эта концепция нашла свое выражение в обобщении потоковых и процессных компонентов, когда движение ресурсов рассматривается на культурном и институциональном фоне предприятия. Тем самым синтез в пространстве и во времени потоков материально-технических, энергетических, трудовых, информационных, финансовых и иных ресурсов предприятия дополняется процессами культурной и институциональной диффузии и имплантации. Интеграция этих процессов во внутреннем пространстве предприятия порождает относительно устойчивую многослойную структуру, которая образует стратифицированную пирамиду, сложенную из определенных слоев. Если нижний слой (ментальные особенности участников де-

тельности предприятия) медленно меняет свое состояние, то по мере подъема вверх следующие слои (культурные, институциональные, организационно-управленческие и технологические особенности внутрифирменной среды и т.д.) вплоть до вершины (собственного опыта функционирования предприятия) становятся более подвижными. Такая интеграционная теория предприятия учитывает нематериальные факторы его деятельности, присущие ему индивидуальные и общие социально-психологические характеристики предприятия, что закладывает социально-экономический генотип предприятия [166].

Встроенные в пирамиду когнитивные механизмы выполняют коллективный отбор, восприятие и интерпретацию информации о внешней и внутренней среде предприятия и создают базу знаний, распределенную между отдельными лицами, группами и коллективами. Подобные механизмы формируются под влиянием индивидуально-групповых особенностей мышления, культурной средой и системой институтов предприятия. Понятно, что все компоненты внутрисистемного пространства динамичны, взаимодействуют с внешней средой и связаны друг с другом, испытывая прямое и обратное влияние.

Можно высказать предположение, что объем располагаемых ресурсов и целевое пространство предприятия обуславливают друг друга. Исследования Дж. Марча (J. March) и Г. Саймона (H. Simon) подтверждают, что «неограниченные ресурсы создают тенденцию к уменьшению стремления к совместному принятию решений. Они также должны повышать дифференцированность целей... Организации, работающие в благоприятном окружении, могут достичь своих явных целей с менее чем полными затратами организационной «энергии» [237, с. 46]. Вместе с тем сэкономленные ресурсы в успешные периоды обычно помогают организации выживать во время кризиса.

Состав и количество накопленных ресурсов зависят от профиля производственной деятельности и задают границы устойчивости предприятия, поскольку уменьшение их ниже критического объема влечет за собой расбалансированность и дефицит ресурсов, а значит, и потерю нормального режима работы. Сохранение его в возмущенной среде требует запаса ресурсов, компенсирующих влияние внешних и внутренних помех.

В-четвертых, сложность и полифункциональность предприятия диктуют необходимость *разделения труда* среди

его частей. Известно, что еще классики менеджмента оценили преимущество разделения труда и применяли его в промышленном производстве. В частности, Ф. Тейлор (F. Taylor), ратуя за выработку производственных планов, писал о том, что производство осуществляется лучше и более экономно, когда широко проведено разделение труда. В свою очередь и А. Файоль (H. Fayol) среди общих принципов управления на первое место поставил разделение труда, призванное повысить количество и качество производства при затрате одинаковых усилий.

Современные исследования вскрывают причинную связь между разделением труда, эффективностью выполнения задач и характером достигаемых целей. Но если зависимость эффективности работы от разделения труда на предприятии не нуждается в комментарии, то включение целевого компонента выглядит менее очевидным. Однако распределение между исполнителями объемов работ и их фактическая загрузка могут помешать осуществлению порученных задач и препятствовать движению к намеченным целям.

Разделение труда обнаруживает себя как по горизонтали, так и по вертикали структуры предприятия (см. рис. 1.1). Горизонтальное разделение труда происходит между частями предприятия, расположенными на одном уровне («равноправными»), например, снабженческими, финансовыми, кадровыми, сбытовыми службами. Вертикальное разделение труда пронизывает предприятие сверху донизу, т.е. осуществляет отношения подчинения между уровнями его структуры. Тем самым структура предприятия имеет форму *иерархии*, при котором вышестоящие службы обуславливают деятельность нижестоящих, оставляя последним ту или иную свободу действий при разработке и реализации решений. Поэтому иерархия способствует, с одной стороны, ориентированному движению предприятия к целям, а с другой стороны, его «привыканию» к факторам среды. В информационном ключе организационная структура противостоит неопределенности внешней среды и должна быть настроена на добывание полезной информации, принимая во внимание ресурсный потенциал системы управления.

Расчленение предприятия на составные части дает возможность выделить в нем отдельные звенья, выполняющие технологические операции (цехи, участки, рабочие места и др.) по изготовлению изделий или оказанию услуг и имею-

щие качества производственных систем. Вслед за Р. Акоффом (R. Asckoff) можно повторить, что организации — это «целенаправленные» системы, которые содержат «целенаправленные» части и в то же время сами являются частями более крупных «целенаправленных» систем. Иными словами, предприятие вплетено в хозяйственный комплекс региона и страны и как производственная система интегрирует подобные себе системы меньшего масштаба.

Под производственной системой будем подразумевать предприятие или его подсистему, осуществляющих дискретные технологические операции по оказанию услуг или изготовлению изделий и их компонентов. В этом определении имеются три основные особенности:

- производственная система представляет собой предприятие или его структурное звено, среди которого для целей анализа или проектирования может быть выбрано, например, отдельное рабочее место, группа рабочих мест, участок, линия, цех, предприятие в целом;

- производственные системы заняты дискретными технологическими операциями — операциями, которые разделены во времени и имеют прерывный характер, т.е. фиксируется начало и конец выполнения. Этим они отличаются от непрерывных операций, которые протекают безостановочно. Дискретные операции свойственны предприятиям машиностроения, легкой, пищевой промышленности и ряда других отраслей экономики, тогда как непрерывные операции в большей степени присущи нефтяной, химической, металлургической отраслям промышленности и аналогичным им;

- дискретные операции «вплетены» в технологический процесс изготовления продукции основной номенклатуры, т.е. продукции, которая соответствует профилю предприятия и предназначена для реализации. Словом, это те или иные предоставляемые рынку виды продукции (заготовки, детали, узлы, агрегаты, готовые изделия), а также услуги, для продажи потребителям.

Вообще говоря, первоначально производственные системы рассматривались преимущественно в плоскости материального производства и потому часто ассоциировались с выработкой тех или иных изделий. Еще 20 лет назад под производственными системами понимали «специфический класс систем, кото-

рый объединяет системы, созданные и создаваемые человеком для осуществления материального производства. Примеры таких систем: рабочее место, производственный участок, цех, предприятие, производственные объединения, отрасль, народное хозяйство в целом» (Е.Г. Гинзбург [99, с. 3–4]).

С течением времени смысл термина «производственная система» наполнялся новым содержанием, и сегодня она трактуется как «система, которая добавляет стоимость, экономическую или иную, при превращении затрат в конечные продукты» [413, с. 38], причем к ним, наряду с традиционными, относят и системы преобразования неосязаемого конечного продукта из сферы услуг (консультирование, хирургия, рестораны, парикмахерские). Следует согласиться с тем, что деятельность ряда таких систем связана с совмещением осязаемого и неосязаемого предоставляемых продуктов, и потому системы становятся гибридными, например, рестораны. В дальнейшем будем исходить из расширительного толкования производственной системы, если специально не оговаривается профиль ее работы, как в случае с промышленными предприятиями.

Цели и ресурсы производственной системы взаимозависимы: ее ресурсный потенциал ограничивает возможности в достижении амбициозных целей, тогда как и они определяют процесс пополнения ресурсов системы. Эта двухсторонняя связь хорошо известна тем, кто знаком с оптимизацией плана выпуска изделий или услуг, т.е. с поиском наилучшего решения в рамках наличных ресурсов предприятия.

Вполне естественен вопрос о влиянии иерархической структуры крупной производственной системы на устойчивость ее поведения. В пору централизованной экономики декларировалось положение о том, что единство управления всеми составными частями глобальных целей и интересов общества «способствует установлению генеральных схем подчиненности звеньев системы управления, которая гарантирует их устойчивое и надежное функционирование при различных режимах работы» (О.В. Козлова [175, с. 45]). По-видимому, настала пора переосмысления этого утверждения с учетом опыта децентрализации и трансформации хозяйственного комплекса страны. Практика переходного периода дает немало примеров перевода отечественных промышленных предприятий в необратимый режим потери устойчивости и последующего банкротства.

Вместе с тем иерархический принцип построения систем оправдан теоретически и практически тем, что позволяет полнее использовать информационные возможности подсистем как для координации их поведения, так и подавления помех. Границы самостоятельности подсистем весьма подвижны и потому должны быть выверены. В другом случае, поскольку «части организации в не меньшей степени, чем сама организация стремятся сохранить свои границы и поддерживать равновесие, следует ожидать, что они будут защищать свою функциональную автономию от посягательств извне. Центр же стремится к ее ограничению», — поясняет Д.М. Гвишиани, ссылаясь на исследования Э. Голднера (A. Geuldner) [91, с. 239]. Однако с позиций заинтересованности в целостном функционировании системы, как правило, не имеет смысл доводить лимитирующими мерами до такого сужения оперативного простора в маневрировании подсистем, за которым вполне реально наступление утраты устойчивости их поведения. Наоборот, в соответствии с принципом локализации сбалансированных возмущений разумно ожидать их нейтрализацию в пределах «пораженной» ими подсистемы, не давая возможности распространяться и усиливаться спонтанным возмущениям по всей цепи связанных подсистем. Такой подход к погашению возмущений эквивалентен принципу А. Сен-Венана (A. Saint-Venant) в теории упругости, согласно которому с приложением самоуравновешенной системы сил к какой-либо части поверхности однородного упругого тела имеют место локальности возмущений, очень быстро убывающие по мере удаления от этого места.

В-пятых, благодаря иерархическому принципу построения, предприятие обладает достаточной динамичностью и гибкостью, а значит, и свойством *адаптации* к подвижной среде. Принято считать, что адаптивность представляет собой способность системы модифицировать себя или окружающую среду для восстановления эффективности, которую система теряет вследствие действия возмущений. Другое определение адаптации опирается на свойство устойчивости системы. В частности, Н.Н. Моисеев склоняется к тому, что адаптация есть самонастройка, которая обеспечивает развивающейся системе устойчивость (стабильность) в конкретных условиях внешней среды. В итоге предприятие приспосабливается к возмущен-

ной среде и препятствует разложению своей структуры и аритмии производственно-хозяйственной деятельности.

Бурный поток перемен придает злободневность проблеме адаптации к среде, которая таит в себе неизведанные факторы воздействия. «Жить в ускоряющемся мире — это одно, когда жизненные ситуации более или менее хорошо знакомы, — считает А. Тоффлер (A. Toffler). — Но когда сталкиваешься с непривычными, незнакомыми и беспрецедентными ситуациями — это определенно другое. Допуская действие новизны, мы вновь бросаем человека в неопределенность и непредсказуемость. Делая это, мы обостряем проблемы адаптации на новом и рискованном уровне» [388, с. 144].

В этом турбулентном потоке адаптация предприятий становится условием его выживания и рисует образ будущего предприятия как хамелеона, «меняющего свой цвет в связи с изменением света, эмоций, температуры. Как адаптирующийся механизм организация будет меняться в соответствии с изменением внешних условий и объективных требований к ней» (Б.З. Мильнер [254, с. 545]).

Адаптация систем тесно связана с их *обучением*, направленным на улучшение функционирования систем в условиях неопределенности и дефицита требуемой информации. Предполагается, что в процессе обучения система наделена способностью выбирать вариант действий и хранит информацию о результатах их выполнения. При этом «всегда имеется в виду существование той или иной цели, которая в результате обучения должна быть достигнута. Эта цель часто в силу недостаточности априорной информации не может быть задана в явной форме. Иначе говоря, цель обучения полностью не определена» [422, с. 5]. Ведь в противном случае (цель задана в явной форме) необходимость в обучении может быть поставлена под сомнение.

Б.З. Мильнер приводит результаты исследований, согласно которым, средняя продолжительность жизни большинства компаний составляла менее 40 лет, тогда как ряд фирм действовали и процветали более 200 лет. Анализ этих тенденций позволил автору сделать вывод о том, что большая часть корпораций умирает преждевременно из-за неспособности обучаться. Они не сумели адаптироваться и не развивались, хотя изменялась их внешняя среда.

Оставаясь на этих позициях, не таким уж безупречным кажется мнение о том, что понятие предприятия можно однозначно определить через категории устойчивости и целостности системы. В частности, в соответствии с интеграционной концепцией предприятие рассматривается как «относительно устойчивая, целостная и ограниченная от окружающей среды самостоятельная социально-экономическая система, интегрирующая во времени и пространстве процессы производства (реализации) продукции и воспроизводства ресурсов» [165, с. 20]. Почему такое утверждение не выглядит бесспорным? Процесс развития социально-экономической системы, как известно, состоит из цепи как устойчивых, так и неустойчивых фаз, и к тому же целостность предприятия может пострадать вследствие структурных перестроек (выделения, разделения, продажи и т.п. подразделений), что отнюдь не указывает на его неизбежный распад и гибель. Принимаемое с такой нюансировкой толкование понятия предприятия вряд ли может встретить принципиальные возражения.

Нестабильность среды приносит предприятию массу хлопот и вынуждает его постоянно быть «на чеку»: внезапное появление сильных помех может поколебать движение ресурсов и устойчивость предприятия. Но, как убежден П. Друкер (P. Drucker), в периоды коренных структурных преобразований выживают только лидеры перемен — те организации, которые чутко улавливают тенденции изменений и мгновенно приспосабливаются к ним, благодаря использованию открывающихся возможностей. Для заблаговременного выявления и минимизации последствий возможных угроз разрабатывается и проводится мониторинг поведения предприятия, в рамках которого реализуется слежение за параметрами среды, раскрывается и оценивается тенденция их изменения.

В-шестых, целенаправленное поведение предприятия, преодолевая влияние помех с помощью механизма адаптации, обеспечивается посредством *управления*. Прогнозируя (с некоторой точностью) будущее изменение среды и деятельность предприятия, система управления стремится предупредить негативное воздействие рискованных факторов и поддержать принимаемыми решениями движение предприятия по выбранной траектории. Необходимость управления вызвана тем, что производственная система под напором возмущений «сбивается с

траектории» и не может самопроизвольно прийти в желаемое состояние, требуя к себе компетентного руководства.

В-седьмых, управление осуществляется с помощью приема, обработки, накопления и передачи *информации*. Информационный обмен между производственными системами предприятия позволяет координировать их действия, повышать слаженность коллективного поведения и продвигаться к целям предприятия. Уже в 70-х годах прошлого века информационные проблемы управления убедительно заявляли о себе и подвигали аналитиков к переосмыслению традиционных взглядов на экономику фирмы. «Неоклассическая теория фирмы теперь нуждается в серьезном пересмотре», — уверен К. Эрроу (K. Arrow). — Ее основной недостаток — то, что она до сих пор игнорирует проблему взаимосвязи информационных потоков внутри фирмы... Поэтому на практике фирма не всегда может быстро адаптироваться к новым обстоятельствам и выработать новую стратегию» [477, с. 105]. По его мнению, экономическая роль информации состоит в снижении неопределенности и уменьшения убытков.

Наращивание информационного фонда предприятия дает возможность не только анализировать опыт его деятельности в «нештатных» ситуациях и заниматься обучением, но и развивает навыки к адаптации и погашению возникающих помех. Заметим, что проблема обучения рассматривалась достаточно глубоко еще родоначальниками кибернетики. Свидетельством тому служит обращение к ней Н. Винера (N. Wiener), который видел живое существо обучающимся, потому что оно подвергалось изменениям в результате прошлых воздействий, окружающей среды и тем самым приспособлялось к окружению в течение своей «индивидуальной» жизни.

В общем случае обучение системы диктуется потребностью снижения информационной неопределенности и получения дополнительных сведений, причем вид обучения зависит от степени неполноты априорной информации. В одном случае заранее известна реакция обучающейся системы, в другом случае неизвестна, и тогда говорят о самообучении такой системы. Обладая минимумом априорной информации, система посредством изменения своей структуры и параметров накапливает полезную информацию. Процесс обучения будет успешным, если можно гарантировать достижение его цели, для чего должны выполняться условия критериев устойчивости.

Приобретенная в процессе обучения ценная информация откладывается в виде опыта, который аккумулирует в себе реакции системы на возмущения внешней и внутренней среды и их последствия для поведения системы. Поэтому обработка и хранение такой информации способствуют формированию «памяти» системы, из которой при необходимости извлекаются релевантные знания для анализа или принятия решения. В этом процессе внешняя информация ассимилируется и превращается во внутреннюю, в результате чего обогащается опыт и развиваются защитные функции системы. Ведь «чем разнообразнее, многостороннее опыт, а соответственно информация, в которой этот опыт зафиксирован, тем устойчивее система, тем она мобильнее, тем больший круг возмущающих воздействий она может профильтровать», — писал В.Г. Афанасьев [26, с. 242]. При этом, по мысли автора, управляющая подсистема ведет отбраковку «шумов», выделяя среди них полезные для системы сведения.

Наряду с этим, обучение системы включает и самосовершенствование алгоритмов управления, при котором они без участия человека с каждым циклом запуска настраиваются на ситуативные параметры и, последовательно уточняя схемы вычислений, снижают погрешность расчетов. Понятно, что и в этом случае не обойтись без создания и актуализации массивов информации, в которых запечатлен опыт адаптации.

Информация по праву занимает особую роль среди ресурсов предприятия, поскольку без нее управление производственными системами выхолащивается: информация служит и сырьем, и продуктом управленческой деятельности. При этом ценная информация не только циркулирует по каналам связи и оседает в электронных, бумажных и т.п. хранилищах, но и материализуется в виде открытий, изобретений, ноу-хау в средствах труда (оборудовании, аппаратуре, приборах и др.) и изготавливаемых изделиях (деталях, узлах, агрегатах, готовых изделиях). Это обстоятельство имеет приоритетное значение в инновационной экономике, в которой доминируют наукоемкие отрасли индустрии и производство высокотехнологичных видов изделий.

Отсюда следует вывод: *привлечение, накопление и преобразование ресурсов создают предпосылки для ведения предприятием производственной деятельности и с их кругооборотом удовлетворяются потребности быстро меняющегося окружения. Структура и поведение предприятия обеспечивают*

его приспособление к внешним и внутренним условиям, чтобы сохранить движение к поставленным целям и поддерживать устойчивость при действии возмущений. При этом по входным каналам предприятие «ощущает» влияние внешних (колебаний платежеспособного спроса, инфляции, задержки с оплатой приобретенной продукции, конкуренции и др.) и внутренних (поломки оборудования, рассогласованности операций работников, нарушения технологической и трудовой дисциплины, брака при изготовлении продукции) помех, которые дестабилизируют режим перемещения ресурсопотоков и функционирования предприятия в целом. Используя собираемую об этом информацию, предприятие обучается и управляет своими ресурсами, адаптируя их к возмущенной среде.

1.2. Внешняя среда и ее влияние на поведение предприятия

Среда «обитания» предприятия формирует внешние условия его деятельности и оказывает воздействие на поведение производственных систем. Хотя интуитивно и понятно, все же уточним, что внешнюю среду составляют окружающие предприятие элементы и факторы, которые могут оказывать на него влияние и переводить в другое состояние.

Ускорение перемен в окружении предприятия порождает не только благоприятные возможности, но и угрозы его деятельности, чреватые нарушением ресурсного обмена предприятия с внешней средой и потерей его устойчивости. Поэтому предприятия вынуждены «обустраиваться» в нестабильном окружении и удерживать свои конкурентные позиции, не имея гарантированных перспектив занять на рынке положение хотя бы относительного равновесия. Ведь «внешняя экономическая среда сложна и быстро меняется, так что нет причин *a priori* предполагать достижение долговременного равновесия, — настаивает Г. Саймон (H. Simon). — В самом деле, статистические данные о распределении фирм по их размеру показывают, что полученные закономерности происходят от статистического равновесия фирм как приспособляющихся систем, а не от статического равновесия фирм как максимизаторов» [342, с. 56].

Действительно, предприятие функционирует в динамичном многофакторном окружении, которое может рассматри-

ваться как в комплексе, так и под углом зрения того или иного аспекта работы. Коротко охарактеризуем влияние этих факторов на деятельность предприятий.

Социально-политические факторы воздействуют на хозяйственный механизм, цели и регуляторы поведения предприятий. Они также несут в себе национальные, культурные, религиозные, этические нравы и традиции населения, которые находят выражение в склонности людей к тому или иному виду производственной деятельности. Господствующее значение социально-политических факторов сказывается в формировании институтов общества, которые прививают предприятиям и их партнерам определенные правила взаимоотношений и мотивируют их выбор в отношении миссии и предпринимательских решений¹.

В осмыслении этих факторов поддержку оказывают исследования Дж. Бьюкенена (J. Buchanan) роли политических институтов в экономике страны. В своей нобелевской лекции он отмечал, что совершенствование работы политических институтов означает необходимость проведения таких реформ системы, которые приведут к соответствию политических решений интересам людей, подчеркивая тем самым важность реформирования не политики как таковой, а конституции политики. При этом он видел аналогию между решением поставленной проблемы и поиском стратегии в теории игр, в которой постулируются правила, регламентирующие процесс игры.

Между тем проблема осложняется неопределенностью политического выбора людей, связанной с неизвестностью последствий принятия тех или иных альтернатив, а стало быть, и оценкой степени их рациональности, поэтому для устранения подобной неопределенности предлагается заключение договора между индивидуумами.

Особенно явственно эти факторы были заметны на экономическом фоне на исходе 90-х годов прошлого века, когда в нашем обществе развернулась борьба идеологий рыночных реформ, и

¹ Как здесь не вспомнить, что предшественник Н. Винера (N. Wiener) в разработке кибернетических представлений знаменитый физик А.-М. Ампер (A.-M. Ampère) в своей классификации наук (первое издание вышло в 1834 г.) отводил кибернетике место среди политических наук, полагая, что она должна обеспечить гражданам сохранение публичного порядка и улучшение общественного состояния [302].

политический выбор был за форсированной либерализацией российской экономики. С тех пор вектор социально-политического движения пронизывает все преобразования в экономическом комплексе страны и содержит в себе предпосылки для порождения примечательных явлений. Убедительным примером их может служить возникновение так называемых «институциональных ловушек», о которых писал В.М. Полтерович (бартерные сделки, неплатежи, уклонение от налогов, коррупция).

Наряду с социально-политическими, *экономические* факторы задают принципы деятельности предприятий с партнерами, границы маневра и их ресурсные возможности. О них судят по показателям уровня цен, инфляции, налогообложения, пошлин, тарифов, платежеспособности покупателей и др. Особенность их не только в органичном переплетении с социально-политическими факторами, но и чувствительности к общемировым тенденциям.

В этой связи П. Друкер (P. Drucker) рассуждает следующим образом: «Мы имеем дело с тремя взаимовлияющими факторами. Существует подлинно глобальная экономика, в которой свободно циркулируют деньги и информация. Есть региональные экономики, в рамках которых свободно циркулируют товары и где сведены к минимуму, хотя и не устранены полностью, все ограничения на перемещение услуг и рабочей силы. И налицо рост национальной и локальной обособленности, которая обусловлена экономически, но прежде всего — политически. Все три фактора быстро набирают вес... Приходится существовать и работать с учетом всех трех факторов одновременно. Это та реальность, на базе которой должна формироваться стратегия» [131, с. 96]. Выбор за тем решением, которое отвечает экономическим, а не сопутствующим им соображениям.

Закономерным итогом концентрации капитала стало появление новых рыночных структур, аккумулирующих промышленный, торгово-посреднический, банковский и другой капитал с образованием финансово-промышленных групп (ФПГ). Такой интегрированный капитал мобилизует финансовые средства участников ФПГ и обладает мощным инвестиционным потенциалом. Как полагают И.Ю. Беляева и М.А. Эскиндаров, побудительным мотивом формирования ФПГ для производственных предприятий служит «возможность целенаправленного развития и устойчивого функционирования,

разработки перспективных стратегических программ и обеспечения их реального осуществления на основе интеграции и диверсификации производства, получения инвестиционных ресурсов, пополнения оборотных средств» [44, с. 15]. Тем самым соединение интересов и слияние капиталов участников ФПГ позволяет им добиваться устойчивости своей деятельности, вопреки стихийным колебаниям рынка.

В развитие постиндустриальной экономики в последнее время достаточно активно заявляют о себе новые формы альянсов предприятий, которые ко взаимной выгоде подчиняют свои ресурсы выполнению общих задач. Сокращая издержки производства и сроки освоения продукции, такой союз предприятий позволяет связать их коммуникациями и сосредоточить ресурсные возможности на достижении перспективных целей, например, выпуске высокотехнологичной продукции. Подобным образом, как известно, создаются кластеры и виртуальные предприятия, обеспечивающие себе конкурентные преимущества и устойчивое рыночное положение.

Наряду с этим, нарастает и обратный процесс — процесс освобождения предприятия от тех видов деятельности, которые являются для него обременительными в экономическом отношении, т.е. аутсорсинг. Выведение за пределы предприятия излишних производств имеет под собой системные основания, поскольку предприятие сокращает разнообразие выполняемых производственных функций, реализация которых сопровождается дополнительными издержками ресурсов. А.В. Бабкин считает, что в ином случае изготовление сложного изделия превращает предприятие в многоотраслевую корпорацию, а это влечет за собой не только повышенный риск в отношении отказа работы предприятия, но увеличивает число и разнообразие транзакций и сумму транзакционных издержек [29]. В результате страдает не только надежность функционирования производственных систем предприятия, но и появляются неоправданные ресурсные затраты.

На практике получил распространение аутсорсинг заготовок, комплектующих изделий, работ по обслуживанию производства и др. В частности, можно сослаться на промышленную политику компании IBM, для которой применение аутсорсинга принесло в 2000 г. более 8 млрд дол. прибыли и возросшую рентабельность 15,3% против 5,7% в 1995 г. Вместе с тем спе-

специалисты обращают внимание и на то, что внедрение аутсорсинга отнюдь не всегда сопровождается позитивными результатами [17; 392].

Природные условия отражают имеющиеся в распоряжении страны, региона, отдельного района или предприятия ресурсы естественного происхождения (недра, земля, вода), вовлекаемые в процесс изготовления изделий или оказания услуг.

Не охватывая всего круга проблем природопользования, остановимся лишь на влиянии энергетических ресурсов на устойчивость и эффективность деятельности хозяйственного комплекса. Ясно, что потребление природных ресурсов имеет под собой экономические основания, вытекающие прежде всего из ценового регулирования взаимоотношений между поставщиками и потребителями энергоносителей. Согласование их интересов требует взвешенного назначения тарифов, чтобы, с одной стороны, стимулировать инвестиции в ТЭК, а, с другой, не вызвать инфляционные процессы в народном хозяйстве и ослабить устойчивость предприятий.

Моделирование взаимосвязей энергетики и экономики, предпринятое специалистами Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН Ю.Д. Кононовым, А.Ю. Куклиной и В.Н. Тыртышным, позволило оценить воздействие повышения цен на энергию и топливо на макроэкономические показатели [183]. Результаты экспериментального расчета показали, что удвоение в 2005 г. по сравнению с 2000 г. средних тарифов на электроэнергию в России могло повлечь за собой рост цен в отраслях промышленности примерно на 6–15% (в машиностроении на 10%), а общий уровень цен в народном хозяйстве (дефлятор ВВП) — ориентировочно на 10%, следствием чего станет снижение реальных доходов предприятий, населения и консолидированного федерального бюджета.

Современная проблематика в сфере природопользования не отделима от экологических императивов и становится предметом не только исследований специалистов, но и растущей озабоченности политических и государственных органов вплоть до учреждений ООН.

Технологический аспект внешней среды проявляет себя в используемых способах преобразования входных ресурсов в выходные в рамках тенденции усложнения и повышения качества поставляемой на рынок продукции. При этом техноло-

гия диктует требования к профессиональным знаниям и умениям кадров предприятия.

Общепризнано, что ныне технологический приоритет выдвинут на передний край конкурентной борьбы и является залогом выживания промышленных предприятий. В рамках теории долгосрочного технико-экономического развития процедуры поиска новых технических и организационных решений в условиях рыночных отношений ориентированы на открытие новых производственных возможностей с целью увеличения прибыли и повышения устойчивости хозяйственных организаций [100]. Эти процедуры определяют возможности адаптации хозяйствующих субъектов к изменению экономической среды и, включая, главным образом, информационные процессы, формируют «память» организации к обучению, разработке и имитации нововведений, стереотипов поведения и процессов принятия решений.

Технологический аспект реализуется преимущественно в форме научно-технического прогресса, овладевшего всеми стадиями жизненного цикла изготавливаемых изделий от выполнения научных исследований и проектирования опытных образцов до применения изделий потребителями и снятия их с производства. В середине 80-х годов прошлого века длительность этого цикла в машиностроении, по мнению Г.А. Краюхина, составляла, как правило, 10 лет и более [197]. В настоящее время продолжительность подобного цикла значительно сократилась.

С активизацией инновационных процессов существенно возрастает роль наукоемкого производства, разработки и внедрения новшеств в выпускаемую продукцию. Исходя из этого, предприятия условно разделяются на ряд инновационных типов: предприятия — создатели нововведений, предприятия — пользователи нововведений, предприятия — разработчики и пользователи нововведений, предприятия — носители нововведений и предприятия-нововведения. Если предприятия первого типа (инновационные фирмы, НИИ, ОКБ и др.) выступают генераторами технологических идей и решают задачу вывода на рынок перспективных новшеств, предприятия второго типа заинтересованы в освоении новаций и поддержании для этого достаточного уровня технической, организационной и прочей готовности, то третий тип предприятий преследует цель охватить цикл от разработки до использования инноваций.

Предприятия — носители нововведений (венчурные предприятия) опираются на новые организационно-правовые формы и стоят перед проблемой балансирования внутреннего (предприимчивость) и внешнего давления (общественное признание), тогда как предприятия-нововведения сами принципиально отличаются от существующих и могут включать НИИ, опытные и промышленные производства. Возможен и смешанный тип предприятия, в деятельности которого находят выражение типовые свойства ряда предприятий, например, предприятий-разработчиков, пользователей и носителей новшеств (Ю.П. Анискин [18]). Понятно, что в зависимости от типа и жизненного цикла предприятий формируются адекватные им система и механизм управления инновациями.

Информационный аспект властно вторгается во все виды деятельности и приобретает глобальный характер, насыщая среду производственных систем знаниями, и воплощается в виде инноваций в технологии и выпускаемых изделиях. Нет сомнений, что существует связь между уровнем развития хозяйственного комплекса и его информационной насыщенностью, техническими и программно-алгоритмическими средствами накопления, обработки и передачи информации. По В.В. Новожилову, информационная мощность зависит от состояния производительных сил страны. «Почти очевидно, что чем выше уровень развития производительных сил, тем при прочих равных условиях выше должна быть информационная мощность управляющей системы», — полагал он, подразумевая под информационной мощностью количество информации, которое может быть собрано и переработано управляющей системой в единицу времени [282, с. 419].

Вместе с тем налицо тенденция к росту объема информации, циркулирующей по каналам передачи и овеществляемой в изготавливаемых изделиях. Конкурентоспособное индустриальное производство зиждится на примате наукоемких отраслей и высокотехнологичной продукции. Причем, как подчеркивал М. Портер (M. Porter), информационная технология опережает развитие технологии физической обработки. Стоимость накопления и передачи информации быстро падает, тогда как границы возможностей информационной технологии расширяются. В свою очередь перенос знаний и опыта вовлекает важные виды деятельности компаний для укрепления конкурентного преимущества.

Рассматривая информационный ресурс под углом зрения требований экономики знаний, приходится констатировать явное отставание нашей страны по темпам его накопления и использования от передовых держав мира. По оценке В.Л. Макарова, в России уровень поддержки (по инвестициям) знаний значительно (в 2–3) раза уступает среднемировому и среднеевропейскому, а уровень использования знаний (по добавленной стоимости в ВВП) в нашей экономике примерно в 1,7–2,3 раза ниже, чем в странах ОЭСР (Организации стран экономического сотрудничества и развития) и ЕЭС [231].

Экологические факторы вводят пределы потребления природных ресурсов и допустимой нагрузки воздействия вредных отходов предприятий на окружающую среду. Квалифицируя загрязнение окружающей среды как «общественные антиблага», Дж. Бьюкенен (J. Buchanan) предвидел, что индивиды некоторой группы необязательно придут к состоянию равновесия, если будут вести себя в соответствии с узким эгоистическим интересом. Однако, если существует группа индивидов, которая не создает эти «антиблага», и «размер загрязняющей атмосферу группы не превышает критический, некоторого рода равновесие может быть достигнуто в условиях, когда модели поведения значительно отличаются» [68, с. 364]. Правда, в таком случае ситуация будет далека от оптимальной, в том числе и для тех, кто загрязняет окружающую среду, и потому Дж. Бьюкенен (J. Buchanan) называет ее квазиравновесной.

Как мы знаем, в оживленных дискуссиях об общественном прогрессе формируется концепция устойчивого развития, связанная с исчерпаемостью природных ресурсов и необратимыми изменениями в экосистеме. Войдя в научный лексикон со времени широко известной Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), термин «устойчивое развитие» быстро завоевал признание среди экологов и ускорил процесс разработки природоохранной проблематики, причем она рассматривается не только в сугубо технико-экономическом, но и в политическом контексте в планетарном и страновом измерении. Уместно привести слова В.А. Коптюга, о том, что «эта концепция предполагает достижение разумной сбалансированности социально-экономического развития человечества и сохранение окружающей среды, а также сокращение экономического диспаритета между развитыми

и развивающимися странами и внутри стран путем как технологического прогресса, так и рационализации потребления» [184, с. 213]. Поднимаемый пласт вопросов оказывается чрезвычайно широким: от осуществления постоянного мониторинга всех элементов окружающей среды (атмосферы, водоемов, почв, лесов) до сбережения биоразнообразия и перехода к использованию экологически чистых технологий. Неотложность решения и комплексность поставленной задачи дают обоснованный повод для усиления государственного и межгосударственного регулирования экономических процессов.

Устойчивое развитие часто толкуют в более узком (преимущественно технологическом) смысле, понимая под ним умеренность и рачительность в расходовании природных ресурсов, чтобы не допустить ухудшения возможностей для их потребления новыми поколениями. В подобной трактовке устойчивое развитие есть такой тип экономической динамики, который не только удовлетворяет нынешние потребности людей, но и не угрожает способности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Уязвимостью этой концепции является постулат устойчивости процесса развития, которое, вообще говоря, признает и неустойчивые стадии, а с позиций синергетики и вовсе протекает в режиме, далеком от равновесия и устойчивости.

Социально-психологические качества людей находят воплощение в теоретических конструкциях, посвященных исследованию человеческого фактора: школах бихевиористических наук и стратегий, институциональных систем и других течениях экономической науки. Раскрывая психологический мир человека, этот аспект в замыслах аналитиков заключает в себе особенности поведения человека во внутрифирменной среде и влияет на эффективность работы предприятия. Так школа культуры рассматривает взаимоотношения в организации, квалификацию сотрудников, знания как культуру и определяет ее важнейшим ресурсом, и фирма представляет собой иерархию нематериальных знаний и процессов, которые необходимы для создания нового знания.

В разрезе институциональной системы предприятия его трансформация представляет собой изменение сложившихся в нем формальных и неформальных норм, правил, обычаев, традиций, которые накладывают отпечаток на функциониро-

вание предприятия. В результате оно наделяется ментально-институциональными чертами и становится «одушевленным». При этом под «душой» предприятия, — интерпретирует понятие Г.Б. Клейнер, — можно понимать внутреннее единое неповторимое духовное начало, придающее активность и целенаправленность деятельности предприятия, обеспечивающее его стремление к гармоничному функционированию и развитию» [222, с. 146]. Проявлением «души» автор цитаты относит внутренний климат, атмосферу, реакции на внешние факторы, объединяемые термином «корпоративная культура». Воспроизводство, сохранение и эволюцию ментально-институционального фундамента предприятия связывается с механизмом наследственности и социально-экономическим генотипом предприятия. Чем более развита «душа» предприятия, тем сильнее выражено у него стремление к соблюдению деловой этики, партнерских соглашений и законодательства.

Кроме того, социально-психологический аспект приковывает внимание аналитиков и в связи с необходимостью учета личностного фактора с позиций готовности персонала предприятия к внедрению нововведений. Склонность к риску и умение профессионально выстраивать цепочку работ от поиска технологических идей до получения намеченного результата оказывают влияние на инновационную активность предприятия.

В таком контексте правомерно проецирование концепции об устойчивости на деятельность не только коллектива работников, но и конкретного человека, имея в виду зависимость его поведения от влияния ситуативных факторов. Проявление подобной устойчивости состоит в том, что отклонение подразделения организации или человека от заданной цели должно быть невыгодным для них и запускать специальные локальные регуляторы, действие которых направлено на восстановление целевого режима поведения (В.И. Самаруха, Т.Г. Краснова, Ю.А. Пурденко [346]).

Правовые нормы юридически закрепляют права и обязанности предприятий, меру их ответственности за отступление от законодательно принятых правил поведения, вытекающих из социально-политической и экономической политики государства. Правовые акты регламентируют трудовые взаимоотношения на предприятиях, хозяйственные сделки между ними, защищают потребителей от произвола монополистов и других субъектов рынка.

В период институциональных преобразований возрастает роль арбитражного законодательства, регулирующего процессы банкротства предприятий и судебной практики признания предприятий несостоятельными. Нормативные акты вводят критерии отнесения предприятий к неплатежеспособным и процедуры банкротства, направленные как на восстановление их платежеспособности, так и на удовлетворение требований кредиторов. В системном аспекте оправдано видеть в банкротстве предприятия неспособность его адаптироваться к факторам своего окружения и обеспечить своими ресурсами производство востребованной рынком продукции. Экономическая состоятельность представляет собой результат адекватной реакции хозяйствующего субъекта на изменение внутренней и внешней среды, в основу чего должен быть положен принцип сбалансированности, равновесия [43].

Вместе с тем юридический оттенок имеют и противоправные действия, которые, хотя и не соответствуют законодательно фиксируемым нормам, тем не менее определяют стиль поведения предприятий. В этом ракурсе рассматриваются, например, и модели равновесия при приватизации объектов в условиях коррупции [211]. Участниками сделок являются финансово-промышленные группы, а объектами — предприятия, принадлежащие государству и подлежащие приватизации. В модели предполагается, что процесс приватизации проводится коррумпированными чиновниками, и, давая им взятки, участники повышают свои шансы приватизировать заинтересовавшие их объекты. Но если взятка обнаружена, сделка аннулируется, а с чиновника и участника взимается штраф. В такой модели доказывается устойчивость равновесия, которая отвечает ситуации, когда каждый выставленный на приватизацию объект, представляющий интерес для двух и более участников, достается участнику с максимальным ресурсом за полную цену (официальная цена сделки плюс взятка), равную ресурсу приобретающего участника.

Поскольку элементы внешней среды могут находиться в различных отношениях с предприятием, в теории менеджмента выделяют деловое и фоновое окружение. Первое образуют те организации, с которыми предприятие непосредственно взаимодействует (поставщики, потребители, инвесторы и др.), а второе состоит из «остального мира», которое влияет на

предприятие, но им не контролируется, например, общие экономические условия.

Описанные (и не только) факторы внешней среды отражают определенную обстановку для деятельности предприятий, побуждая их отдавать предпочтение тем или иным решениям в зависимости от испытываемых возмущений. Так внешние условия могут содействовать прогрессу предприятия, стимулируя инвестиции в него и повышая конкурентоспособность предприятия, либо, наоборот, ускорить его деградацию, отягощая ресурсы предприятия непомерными затратами, налогами, штрафами. Известно, что ныне жестким внешним фактором является непомерная налоговая нагрузка на предприятия, оставляющая им мало возможности для наращивания ресурсов и совершенствования своей деятельности. Другим негативным фактором может служить инфляция, обесценивающая финансовые накопления предприятия и снижающая платежеспособный спрос на продукцию. В ряду их высокий банковский процент, ограничивающий инвестиционный ресурс предприятий, и криминализация экономики.

Необходимо подчеркнуть органическую комплементарность и взаимосвязь факторов, создающих «среду обитания» предприятия. *Игнорирование влияния какого-либо из них или единства факторов нередко оборачивается фрагментарностью в теории и изъятиями в практике управления предприятиями. По суждениям ряда аналитиков, именно это и стало причиной упрощенного подхода российских реформаторов к преобразованиям отечественной экономики, что и предопределило глубокий и затяжной кризис нашей индустрии.* «Нельзя было произвольно вырвать из контекста какие-либо элементы общества и экономики и сосредоточить анализ только на них одних, потому что те или иные последствия переходных процессов были обусловлены взаимодействием между этими элементами и другими, от которых абстрагировались», — писал Я. Корнай (J. Kornai), обращая внимание на то, что «все элементы системы находятся в процессе очень быстрых изменений и трансформации» [188, с. 14].

Проблема полноты восприятия экономической динамики смыкается с достоверностью ее отражения в модельных построениях, реализующих «проигрывание» переходных процессов в поведении производственных систем и тем самым

способствующих выбору соответствующих решений тактического и стратегического характера. Выверка разрабатываемых решений в многомерном критериальном пространстве оставляет больше возможностей для обоснования продуктивных действий. Ведь «социально-экономическая стратегия должна рассматриваться и оцениваться в единстве всех ее составляющих: политической, производственной, социальной и организационно-правовой, — убеждал Н.П. Федоренко. — Каждая из этих составляющих имеет свои критерии и аспекты, однако, представляет неотъемлемую часть единого целого, поэтому общая оценка стратегии должна производиться только по совокупности элементов» [403, с. 7]. Разумеется, в силу неисчерпаемости свойств систем такой холизм в реальности трудно достижим, но методологически ценен тем, что ориентирует на комплексность проводимых исследований. Тогда как альтернатива — локальный анализ — может быть полезен, но страдает неполнотой получаемых результатов.

Выше уже отмечалось, что для сохранения своей устойчивости в подвижной среде предприятия вынуждены адаптироваться к ее возмущениям и, благодаря этому, стабилизировать величины своих параметров в допустимых пределах. С учетом этих факторов *предприятия налаживают партнерские отношения, поддерживая перемещение потоков ресурсов (материально-технических, энергетических, трудовых, информационных, финансовых и др.), которые чувствительны к воздействиям внешних и внутренних помех. Вследствие этого ресурсопотоки между предприятиями могут менять свою интенсивность, временно или хронически прерываться и тем самым угрожать устойчивости функционирования производственных систем.*

Для осуществления коммуникаций с деловым окружением служат входы и выходы предприятия. В учебной и научной литературе коммуникативные отношения предприятий описаны достаточно подробно, поэтому коснемся их лишь в самом общем виде и то в ресурсном аспекте.

Входы предприятия представляют каналы, по которым в него извне поступают исходные ресурсы и обеспечивают рыночный потенциал и работу предприятия. Поэтому возмущения внешней среды передаются на предприятие через его входы и лишь затем уже вносят помехи в его поведение.

Входы предприятия связаны с *поставщиками* ресурсов, среди которых фирмы, государственные и коммерческие учреждения, банки, биржи и др. Ввиду различных объективных и субъективных причин предприятия нередко отступают от условий заключенных сделок и отказываются от взятых обязательств по поставкам ресурсов. Поводом для этого может быть невозможность в полном объеме предоставить заказанную продукцию из-за перебоев их производства, переориентация на других покупателей или выпуск иной продукции и т.д.

Аналогично и сами потребители могут оказаться в затруднительном положении, при котором они вынуждены будут ограничить или прекратить выполнение договоров по снабжению себя ресурсами. Наиболее распространенной причиной этого является дефицит финансовых средств для оплаты поставок, изменение прежних условий договоров (например, повышение цены на заказанную продукцию, транспортных тарифов).

Выходы предприятия — каналы, по которым происходит перемещение ресурсов и результатов его деятельности во внешнюю среду, и потому они связывают предприятие с *потребителями* его продукции. В том случае, если эти каналы бездействуют, т.е. изготовленная продукция не находит платежеспособного спроса у покупателей, отсутствует возмещение понесенных затрат и предприятие несет потерю своих ресурсов. Те же последствия ожидают его и тогда, когда потребители приобретают выпущенную продукцию, но не оплачивают ее вовремя и/или в оговоренном объеме. В последнем случае имеет место неэквивалентность входных (финансовых) и выходных (продуктовых) потоков, нарушается сбалансированность обмена предприятия с внешней средой и может наступить срыв устойчивости его функционирования.

В деловом окружении предприятия хозяйствуют также его *конкуренты*, ведущие борьбу за овладение аналогичными ресурсами и рынками сбыта. Предприятие, лишенное ресурсного пополнения и товарных рынков, рано или поздно может быть поражено кризисом. Вот почему оно заинтересовано в освоении ресурсосберегающих технологий и наращивании своих конкурентных преимуществ. Кроме того, современная теория управления рассматривает глобальную конкуренцию стратегической целью всех учреждений, полагая, что только в этом случае они могут рассчитывать на выживание и успех.

Равнение на лидеров индустрии и мировые стандарты — таков лейтмотив менеджмента XXI века.

1.3. Целевые и структурно-функциональные свойства деятельности предприятия

Внутренняя среда предприятия — это ее содержимое, раскрываемое через конфигурацию составных частей предприятия. Поэтому описание внутренней среды предприятия подразумевает характеристику процесса функционирования его основных звеньев.

Поскольку предприятие создается и работает для удовлетворения определенных потребностей его участников, главенствующую роль в его деятельности играют провозглашенные *цели*. Продолжим разговор о них, но теперь сосредоточим внимание на природе целей и целеполагании.

Что такое цель и как она появляется? Неудивительно, что из-за общенаучного статуса этой категории можно найти достаточно пестрые ответы на эти вопросы, обращаясь к исследованиям физиологов, психологов, философов, экономистов, кибернетиков. В первом приближении можно считать вполне корректным толкование цели, принадлежащее И. Ансоффу (I. Ansoff), как критерия успеха или неудачи [21].

Между тем поставленные вопросы бурно обсуждались еще на заре становления кибернетики, и на то были основания: управление системой должно быть подчинено движению к некоторой цели. С точки зрения А.Н. Колмогорова, «понятие *действовать целесообразно* включает умение охранять себя от разрушающих внешних воздействий или, скажем, способность содействовать своему размножению» (выделено в тексте А.Н. Колмогоровым) [179, с. 15]. Физиологи считают, что любому действию человека предшествует быстрый и необычный процесс («афферентный синтез»), который схватывает все воспринимаемые им ситуативные раздражения и заканчивается решением вопроса «что делать?». «Сущность системы человеческого мозга состоит именно в том, — отмечал П.К. Анохин, — что этот синтез окружающей обстановки и падающих на человека раздражений и формирование целей поведения происходят в организме положительно ежесекундно и каждый раз могут оканчиваться различными изменениями в поведении» [19, с. 101].

В этом процессе для нас поучительно то, что целеобразование подготавливается конкретной ситуацией и постоянно инициирует действия, меняющие поведение человека. Вместе с тем в предложенной Н.А. Бернштейном концепции «биологической цели» последняя связана с необходимостью повышения упорядоченности живого организма: «Организм в развитии и действиях стремится к максимуму негэнтропии, еще совместимому для него с жизнеустойчивостью» [47, с. 328]. В этом смысле цель понимается как закодированная в мозгу модель потребного организму будущего и через свойство целеустремленности мотивирует борьбу организма за продвижение к цели, развитие и закрепление механизмов ее реализации.

Нередко в экономической литературе высказывается мнение о том, что цели должны быть конкретными (четкими) и излагаться в недвусмысленной и доступной для понимания форме (см., например, в отечественных [243], [395] и зарубежных [251] публикациях), поскольку в ином случае трудно их оценивать и проверять степень достигнутого. С другой стороны, высказывается суждение о том, что цели не поддаются формализации. Почему?

Пессимизм связан с трудностью перевести всю гамму намерений людей на язык математических терминов и уложить целевые установки в «прокрустово ложе» количественных зависимостей. «Цель существования самого объекта не может быть строго сформулирована и тем более количественно выражена», — утверждает Д.А. Поспелов, и к тому же «не все цели управления объектом могут быть выражены в виде количественных соотношений» [317, с. 5]. Автор отмечает, что не удастся установить точных количественных зависимостей между рядом параметров, оказывающих влияние на процесс управления. В разрабатываемой Д.А. Поспеловым концепции ситуативного управления модель объекта управления и протекающих в нем процессов является семиотической и использует тексты, т.е. базируется на естественном языке. Что касается модели управления, то она конструируется на основе обучения, которое проводит специалист, или опыта, накапливаемого ЭВМ в процессе работы с объектом управления.

Сложность проблеме придает и то обстоятельство, что цель содержит в себе ценностные мотивы, которые служат ориентирами выбора решений. Поэтому специалисты принимают во внимание

рациональные аспекты и подсознательные мотивы человеческого поведения, поскольку в конечном счете цель организации является важнейшей для ее выживания и длительного существования. Нечеткость намерений людей обосновывается психологическими оттенками целеобразования и рядом других причин (об этом несколько позже) и потому не следует отсеивать плохо формализуемую эвристическую информацию, а обрабатывать и использовать ее в модельных алгоритмах, вместе с количественными данными. В поиске заманчивого симбиоза аналитики возлагают надежду на достаточно молодую, но уже имеющую практические приложения, теорию нечетких множеств, аппарат которой оперирует лингвистическими структурами и применяется в моделях искусственного интеллекта. Принципы и алгоритмы этой теории уже освоены и в экономических задачах анализа и принятия решений (см. их обзор, например, в [435]).

В методологическом аспекте, и это понятно, исследователи определяют термин управления системой через категорию целесообразности ее поведения. В.М. Глушков видит управление в «целенаправленном воздействии на управляемые параметры системы» (выделено в тексте В.М. Глушковым) [104, с. 304]. В свою очередь, Г.С. Поспелов вкладывает в понятие управления такое «использование причинно-следственных отношений, при котором возникает поведение системы, приводящее к желаемому результату (система достигает цели или решает задачу)» [316, с. 32]. В.А. Трапезников находит, что «управлением называется организация и реализация целенаправленных воздействий [389, с. 178]. Такой подход стал повсеместным и закреплен в монографических исследованиях и справочной литературе; появилась такая ветвь науки об управлении, как целевое управление организацией.

Аналогичную точку зрения восприняла и теория менеджмента, развивающая концепции организационного управления. «Управление в самом широком смысле слова может быть определено, — считают Г. Саймон (H. Simon), Д. Смитбург (D. Smithburg) и В. Томпсон (V. Thompson), — как деятельность групп людей, соединяющих свои усилия для достижения общих целей» [341, с. 21].

Кроме того, аналитики указывают на примеры целенаправленного поведения систем. Целевая устремленностью свойственна, в частности, системе в ходе поиска стационарно-

го состояния. В свете идей кибернетики У. Эшби (W. Ashby) полагал, что «целенаправленное поведение является примером поведения, устойчивого около некоторого состояния равновесия» [480, с. 120]. В.М. Полтерович приводит аргументы в пользу того, что поддержание экономического равновесия или, точнее, равновесного экономического роста, может служить разумной целью.

Разрабатывается подход к анализу сущности устойчивости и в рамках социологических представлений об организациях. К примеру, считая устойчивость самостоятельной общеорганизационной ценностью, А.И. Пригожин рассматривает ее с позиций поддержания целостности организации через соединение каждого работника с организацией. С этой точки зрения, управление организацией призвано внести определенность в устройство и функционирование своего объекта. И поскольку работники нуждаются в постоянстве связей, норм, требований, «устойчивость есть, так сказать, встроенная цель организации» [321, с. 42], причем цель постоянная, несменяемая. Достижение этой цели, по мнению А.И. Пригожина, равнозначно приобретению новых ресурсов: преодолению текучести кадров, уменьшению числа реорганизаций, снижению конфликтности. Такое утверждение нуждается в уточнении, потому что правильнее в этом случае говорить скорее о качественном улучшении использования ресурсов, чем о количественном добавлении их, хотя, конечно, качественные и количественные атрибуты определяют друг друга.

Трудно принять без оговорок и суждение автора о том, что проявляемая при устойчивости организации ее инерционность содержит в себе источник ее консерватизма, уклонения от изменений, низкой адаптивности. По-видимому, А.И. Пригожин имеет в виду абсолютную устойчивость, которая действительно граничит с «крайностью» и оборачивается иммобилизацией системой. Но чаще понимаемая в условном смысле устойчивость характеризует способность системы противостоять помехам ее движения, это и есть выражение свойства адаптивности системы.

В ряде случаев в литературе можно найти расширительное толкование понятия управления, связывающее необходимость в нем с достижением устойчивости и гомеостаза системы. В справочнике «Математика и кибернетика в экономике» (отв. ред. Н.П. Федоренко) управление раскрывается как функция

системы, ориентированная либо на сохранение ее основного качества, либо на выполнение некоторой программы, долженствующей обеспечить устойчивость функционирования, гомеостаз, достижение определенной цели [241, с. 592]. Целью предприятия называют и обеспечение его долгосрочной, стратегической устойчивости [32, с. 78].

В теории информационной сложности формулируется цель обеспечения стабилизации экономики в состоянии с наивысшей полезностью за возможно меньшее время. Для этого в условиях неполноты информации речь идет о построении механизма получения недостающей информации и управления, который приводит к поставленной цели [483].

К целенаправленным видам деятельности относят также обучение и адаптацию систем. Учитывая сложный характер взаимодействия предприятия со своей средой, принято выделять три уровня целей: предприятия, его производственных систем и окружения.

В частности, Р. Сайерт (R. Cyert) и Дж. Марч (J. March) рассматривают пять целей, преследуемых на практике:

- производственную цель (стабильная занятость, простота календарного планирования, поддержание удовлетворительных результатов по затратам, рост);
- цель, связанную с запасами (полный и достаточный запас);
- цель в отношении сбыта (сохранение и расширение объема продаж);
- цель, связанную с рыночной долей;
- цель в отношении прибыли.

Раскрывая эти цели, Д. Хэй (D. Hay) и Д. Моррис (D. Morris) правомерно подчеркивают, что эти цели могут вступать в непримиримые противоречия при выборе уровней цены и объема производства. Для цели сбыта может быть благоприятным понижение цены, цели прибыли — повышение ее. Целям сбыта и производства может потребоваться высокий уровень товарно-материальных запасов, цели прибыли — пониженный и т.д. [420, с. 29–30]. На необходимость разработки компромиссных решений для жизнеспособности стратегических позиций указывает и М. Портер (M. Porter), поскольку стратегия — это решение компромиссов в конкуренции.

В чем причины конфликта целей? Аналитики видят его порождение следствием ограниченности ресурсов или логи-

ческой несовместимости целей. Множественность целей уже само по себе содержит возможность их противоречивости, отражающей склонность людей одновременно стремиться к получению качественно разнородных результатов.

Другим источником возможной противоречивости целей является их многоуровневый характер — иерархия, поскольку цели присущи не только предприятию в целом, но и его подразделениям и каждому работнику в отдельности. Стремление не допустить антагонизма целевой ориентации уровней иерархии побуждает вести согласование их намерений и изыскивать компромисс между «конфликтующими» целями.

Но проблемы целеполагания этим не исчерпываются. Утверждая, что вопрос о цели предприятия в общем случае некорректен, аналитиками вносится предложение о необходимости разграничения понятий цели создания и цели функционирования предприятия. При этом вторая формулируется «лишь в виде создания условий для продолжения и улучшения этого же процесса» [165, с. 55]. Судя по всему, такая интерпретация имеет основания, если эти условия не ограничатся лишь указанием сдерживающих факторов и сохранят ориентированность дальнейшего поведения предприятия.

Завершая обсуждение сущности целей, заметим, что упование на краткосрочные цели и пренебрежение долгосрочными целями часто становятся причиной увядания промышленных предприятий. Вряд ли необходимо убеждать в том, что «заглядывание в будущее» и определение перспектив своего развития составляет непреходящий атрибут современной теории и практики управления, значение которого не уменьшается, а только возрастает с ухудшением прозрачности и динамизмом окружения предприятий.

В сформулированной П.К. Анохиным в 1935 г. теории функциональных систем органическим фактором и центральным моментом системы является ее *полезный результат*, который оказывает влияние как на ее формирование, так и на последующие реорганизации. Отмечая, что еще И.П. Павлов видел в понятии цели неизбежное опережение событий или формирование модели последнего этапа действия биологической системы, прославленный физиолог красной нитью сквозь свое учение проводил мысль о результате, который способствует реорганизации частей системы в пространстве и времени и тем

обеспечивает необходимый в сложившейся ситуации приспособительный результат.

Для нас примечательной является констатация того факта, что только устойчивая биологическая система может приобретать полезный результат и оберегать его от негативных внешних возмущений. Вследствие этого устойчивость и была первым полезным результатом деятельности биологических систем, и «всякая встреча этих систем со средой, приводившая к укреплению этой устойчивости, была полезна для системы в целом. Наоборот, все то, что нарушало ее устойчивость, становилось для нее отрицательным, бесполезным» (П.К. Анохин [20, с. 280–281]). Так появление устойчивых систем с чертами саморегуляции обязано возникновению результата этой саморегуляции — самой устойчивости, благодаря которой система может сопротивляться внешним воздействиям, а ее результат стал движущим фактором развития систем на протяжении всех этапов предбиологического, биологического и социального развития материи.

Между тем в экономической сфере цели предприятия предопределяют вертикальное и горизонтальное разделение труда в нем: виды производственных систем и руководящих звеньев, их функции и задачи и т.д. Поэтому следующей характеристикой внутренней среды предприятия служит его *структура*, призванная обеспечить достижение выдвинутых целей.

Весьма любопытно экспериментальное исследование, которое провели М. Гарднер (M. Gardner) и У. Эшби (W. Ashby) по определению влияния размера системы (числа переменных) и ее связанности (числа зависимостей между переменными) на вероятность устойчивости для линейных динамических систем, описываемых системой линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Выяснилось: если система достаточно велика (состоит из 10 или более переменных) и ее связанность (процент ненулевых недиагональных элементов в матрице, описывающей эту систему) меньше 13% (критическая связанность), такая система «почти наверняка» устойчивая. Если ее связанность больше 13%, она «почти наверняка» неустойчивая [168].

Опыт показывает, что не существует универсального типа структуры, пригодного для любой экономической системы и условий ее деятельности. Слишком велико множество целей и факторов среды, которым должна отвечать структура системы.

И несмотря на различные виды и модификации структур, по-прежнему властвует принцип иерархии, который воплощает в себе рациональное сочетание общего управления и самостоятельность локальных действий в низовых подсистемах.

Широко известно, что подобный принцип управления свойственен живым биологическим системам, на что обращали внимание ученые-физиологи. Приведем в этой связи высказывание Н.А. Бернштейна: «Есть много оснований считать, что вышележащий управляющий прибор центральной нервной системы не командует детально всем процессом движения данного сегмента периферического двигательного аппарата, а лишь определяет ту «матрицу» управления и корригирования, по которой подчиненный ему «центр» работает уже со значительной долей самостоятельности» [47, с. 310–311]. При этом вышележащий центр выполняет такие задачи, как назначение определенного режима, контроль, переключение и адаптирование его к возникшей ситуации и решаемой задаче. И лишь в случае аварийной обстановки с получением тревожного сигнала возглавляющий аппарат перепрограммирует стратегию совершаемого действия.

Возвращаясь к экономическим системам, заметим, что проблема построения иерархий издавна занимала специалистов по теории управления. Говоря о концентрации, распределении и делегировании полномочий, уместно вспомнить заключение А. Файоля (H. Fayol) о том, что вопрос о централизации или децентрализации — вопрос меры, и дело сводится к поиску степени централизации, наиболее благоприятной для предприятия. Утверждение классика менеджмента подкрепляется результатами информационного анализа иерархии системы управления: преимущество имеет структура, обеспечивающая более высокую координацию поведения подсистем и скорость передачи информации по каналам связи. А это означает, что в системе должно быть к минимуму сведено запаздывание в перемещении информации, поскольку в ином случае утрачивается ее ценность и влияние на регулирование процессов в системе.

Рассматривая роль структуры в рамках задачи поддержания устойчивости предприятия, будем исходить из того, что необходимым условием его жизнеспособности служит слаженность работы всех звеньев. Экстремальные условия требуют обязательного подчинения воли коллектива руководству

предприятия и строгое выполнение собственных обязанностей. «Иерархия» и ее абсолютное признание каждым членом организации — единственная надежда на спасение в кризисной ситуации», — категоричен в своем суждении П. Друкер (P. Drucker) [131, с. 26].

В подобной ситуации структура выдерживает натиск напористых помех и проявляет свою гибкость и приспособляемость, допуская реорганизацию своей конфигурации. Так потерю покупательского интереса к той или иной продукции предприятие может компенсировать освоением новой или модернизацией выпускаемой продукции, для чего ему, возможно, потребуется изменение прежней структуры — введение дополнительных или переоборудование располагаемых подразделений, перестановка рабочих мест, набор работников и т.п.

Однако было бы наивно полагать, что иерархия управления не трансформируется вместе с изменением среды. Напротив, по мнению А. Тоффлера (A. Toffler), вертикальные иерархии разбиваются при столкновении с новыми технологиями, новыми знаниями и общественными переменами. То же самое происходит и с горизонтальными иерархиями, в которых люди разделены по профессиональным качествам. В итоге связи между специальностями рушатся, и человек обнаруживает, что решение новых задач находится за пределами узких дисциплин.

Кстати, в теории иерархических многоуровневых структур исходят из предположения о том, что локальные решающие элементы координируются с целью повышения суммарного эффекта их действий, но при этом отказываются от требования строгой глобальной оптимальности управляющих воздействий и локальных решений, поскольку он на практике оказывается нереализуемым. С этой точки зрения, при децентрализации в экономических системах может быть достигнуто согласование локальных и глобальных целей и получен глобальный оптимум системы.

В любом случае система заинтересована в сохранении тех структурных элементов, которые помогают достичь ей намеченный полезный результат. Вновь обращаясь к теории функциональных систем, повторим, что на основе открытых в физиологии закономерностей «функциональная система приобретает внутреннюю регулятивность, т.е. она может выбирать, перебирать и комбинировать количество участвующих

в ней структур. Она может динамически изменять характер протекающих в ней процессов, расширяя его в сторону других, не относящихся к данной системе структур организма до тех пор, пока организм как целое не получит приспособительного эффекта» [20, с. 133]. Тем самым для устойчивых систем имеет место следующий критерий допустимости нового структурного элемента: если он содействует повышению стабилизации системы, то он годится для нее, в противном случае нет.

Целенаправленная деятельность предприятия обеспечивается благодаря осуществлению производственными системами своих *функций* и *задач*. Они вытекают из принятого разделения труда, объема, трудоемкости, периодичности поручаемой работы. В современном менеджменте задачи формулируются прежде всего в тех областях, от которых зависит выживание фирмы. Но области, в которых необходимо определить задачи, одинаковы, поскольку выживание каждой компании связано с одними и теми же факторами (человеческими, капитальными и физическими ресурсами), поэтому и у фирм появляются задачи поиска, использования и развития этих ресурсов.

С институциональной точки зрения немаловажное значение приобретает соответствие прав и ответственности субъекта принятия и реализации решений. В разрезе внутрифирменных институтов предприятия система принятия решений влияет на устойчивость его функционирования: чем сильнее различие между объемом возможностей и границами ответственности субъекта принятия и выполнения решений, тем больше подверженность предприятия неустойчивому режиму работы. И, наоборот, на тех предприятиях, где такое различие элиминируется, устойчивость поведения предприятия повышается [166].

Распределение среди персонала функций и задач закладывает на предприятии определенную организацию труда. Чем меньше разнообразие производимых работ, тем глубже проведена специализация, а значит, налицо условия для роста навыков работников и повышения производительности их труда. Однако при чрезмерной специализации дает о себе знать ее обратная сторона — монотонность труда, профессиональная «зауженность» работников, трудность при их замене и другие побочные явления.

В рамках компьютеризированного управления функции и задачи подчинены организации системы поддержки приня-

тия управленческих решений (СППУР), комплексирующей в себе информационную, моделирующую, техническую подсистемы, в которых ведущую роль играют исследователь (аналитик) и его инструмент — экономико-математическая модель разработки решения. Проектирование и эксплуатация этой системы проводятся с соблюдением принципов декомпозиции, гибкости, универсализации, специализации, унификации, типизации и модульности (агрегатирования) [118].

Поскольку заложенные в них модели поиска решений оказываются неспособными охватить все многообразие параметров и зависимостей между ними в реальном процессе, сначала выполняют *декомпозицию* модели на ряд подмоделей, а затем — их построение и синтез.

В свою очередь, адаптация производственных систем к условиям среды предполагает *гибкость* процесса управления, которая подразумевает изменение СППУР в зависимости от поведения систем и их окружения. Такая гибкость может быть реализована как с помощью выбора подходящей системы поддержки, так и посредством настройки некоторой базовой СППУР на желаемый режим работы. Выбор и привязка СППУР к тем или иным производственным системам проводится с помощью их параметризации, т.е. выделения, обоснования и сравнения параметров системы и СППУР.

Для осуществления гибкого управления необходимо, чтобы система поддержки обладала достаточно большими функциональными возможностями — широким диапазоном значений своих параметров. *Универсализация* этих СППУР обеспечивается, в частности, расширением круга профессионально-квалификационных требований к персоналу, усложнением алгоритмов моделей управления, насыщенностью информационного фонда, резервированием мощности технических средств. При этом избыточная универсализация может обернуться ухудшением ряда характеристик систем поддержки, таких, как трудоемкость выработки решений, объем занимаемой памяти компьютера, надежность эксплуатации и др.

В противовес предыдущему принцип *специализации* направлен на разумное ограничение свойств СППУР, благодаря чему удастся упростить их содержание и тем самым повысить оперативность и экономичность процесса управления. Специализация позволяет уменьшить многообразие выполняемых

функций персонала, что ведет к повышению его профессионализма и производительности труда. Однако чем глубже проведена специализация работников аппарата управления, тем труднее согласовывать их действия. Поэтому возрастают требования к координации деятельности работников и обеспечению надежности системы управления.

В результате умелого сочетания принципов универсализации и специализации СППУР приобретают необходимую гибкость и скорость обработки информации.

Между тем многообразие производственных систем требует в общем случае применения различных систем для управления ими. Но среди предприятий существуют подобные, близкие по своим параметрам, ввиду чего возможно использование для них схожих СППУР. Появляется необходимость в уменьшении излишнего множества этих систем путем их *унификации*, что удешевит процесс разработки и эксплуатации таких СППУР.

Унификация систем поддержки позволяет перейти к следующему этапу — *типизации* их, т.е. созданию обобщенных СППУР, пригодных для группы «родственных» предприятий. Для формирования типов систем поддержки предварительно проводится параметризация и типизация предприятий, после чего, в соответствии с параметрами типового предприятия (типом производства, длительностью производственного цикла изготовления продукции и др.), разрабатываются типовые СППУР и осуществляется их настройка на намеченный режим работы [428].

В зависимости от специфики деятельности предприятия СППУР может принимать ту или иную структуру (компоновку). Обычно она имеет ядро и при необходимости наращивания функций оно «обрастает» дополнительными модулями. В результате сокращается трудоемкость создания системы поддержки, облегчается ее эксплуатация и последующая модернизация. Приобретая удобное *модульное* построение, СППУР становится экономичнее и полнее отвечает запросам конкретного пользователя.

Подводя черту под рассмотрением принципов построения СППУР, необходимо отметить, что применение их на практике встречает трудности, вызванные противоречивостью этих принципов: требуется найти компромисс между созданием функционально богатой и алгоритмически оснащенной системой поддержки, с одной стороны, и ее сравнительной простотой, надежностью и экономичностью, с другой. Очевидно, эти труд-

носочетаемые, но направленные на эффективную работу предприятия условия, должны быть по возможности выдержаны и стать критериями пригодности проектируемых СППУР.

С содержанием функций и задач тесно связана другая характеристика внутренней среды — *технология*, под которой понимается способ соединения ресурсов предприятия (кадров, технических средств, материалов, комплектующих, информации, финансов) для выполнения некоторой работы. В наше время технология по А. Тоффлеру (A. Toffler) — «ревущий двигатель перемен», хотя и не является единственным источником их в современном обществе.

Мы являемся свидетелями того, что технология все энергичнее выступает в качестве носителя нововведений и вызывает сильнейшую обратную связь в различных сферах жизнедеятельности. Результатом такой диффузии инноваций в инженерии становится череда преобразований и как следствие ускоренное насыщение ими производства и неустойчивость в техническом прогрессе общества. Подобный лавинообразный процесс Э. Янч (E. Jantsch) описывает следующим образом: «Будучи однажды введены, изменения приобретают необратимый характер, порождают еще больше изменений, скорость их возрастает, короче говоря, в системе, которая охватывает человека и окружающую его среду, развивается тенденция к динамической неустойчивости, а потому возникает опасность катастрофических отклонений от нормального пути» [484, с. 461].

В энциклопедическом словаре «Современное управление», выпущенном Американской Ассоциацией Управления «AMA Managemet Handbook» в 1994 г., технология определяется важнейшим ресурсом компании, с помощью которой она сокращает время на создание и отладку новых конструкций, доведение продукции до рынка и ее совершенствование, что позволяет ей оставаться конкурентоспособной [366].

В зависимости от целей, функций, задач и технологии производственные системы обладают определенным *поведением*. Хотя понятие поведения достаточно очевидно, обратим внимание на его толкование. Дело в том, что анализировать поведение системы можно лишь по отношению к какой-либо другой системе, как в физике, например, изучают движение тела в пространстве какой-либо системы координат. Подобным же образом в кибернетике Н. Винер (N. Wiener) и его коллеги под

поведением понимали любое изменение объекта по отношению к окружающей среде. В этом смысле преобразования в системе можно рассматривать в качестве ее поведения, если они могут быть заметны во внешней среде. И если эти преобразования приближают систему к цели, то ее поведение носит целенаправленный характер, в противном случае оно будет лишь случайным.

Поведение открытых систем вместе с тем является ее реакцией на воздействия окружения, которое «навязывает» ей режим движения в условиях действия внешних помех. Воспринимая их влияние и реагируя своим поведением, система имеет возможность адаптироваться к окружению и сохранить целенаправленное поведение.

Применение понятия поведение в различных областях знания приводит к необходимости уточнения его сущности в рамках конкретной сферы приложения. Даже в пределах одной области исследования поведение может иметь нюансировку и трактоваться с теми или иными семантическими ограничениями. Например, при построении модели предприятия оказалось возможным связать понятие поведения с производственными объектами, но отказать в поведении технологическим системам. «Термин «поведение» имеет содержательный смысл только при моделировании производственных объектов, но не технологических систем», — утверждает В.Ф. Пресняков [320, с. 33] на основании того, что поведенческий аспект включает взаимодействие людей и социальные отношения, чего лишены технологические системы. Тем самым поведением наделяются лишь системы, обладающие психологическими чертами.

Но сужение содержания понятия поведения не служит камнем преткновения для его использования в более широком смысле. Этим термином пользуются при описании функционирования не только живых и коллективных систем, но и математических моделей и изменения их переменных, когда рассматривают соответствующие динамические свойства. В подобном контексте уместно оценивать устойчивость поведения параметров системы, независимо от ее природы и характера деятельности, чему автор и собирается следовать при анализе производственных систем любого уровня иерархии.

Вместе с тем углубление исследования поведения привело к выделению ее отдельных форм и их структуризации. В теории менеджмента можно встретить понятия пассивного и актив-

ного поведения фирм, причем если пассивное состоит в стремлении максимизировать достижение цели (целей) в рамках заданных ограничений, то активное поведение фирмы подразумевает модифицирование и (или) возможность раздвинуть ограничения во времени, чтобы обеспечить наилучшее достижение поставленных целей.

Действительно, в соответствии с классической теорией совершенной рациональности фирмы в процессе своей деятельности оптимизируют собственное поведение, отдавая предпочтение тем решениям, которые в максимальной степени отвечают выбранным целям. Между тем к середине 50-х годов Г. Саймоном (H. Simon) была представлена концепция ограниченной рациональности, подвергающая сомнению приведенное утверждение и содержащая в качестве своей отправной посылки тезис об удовлетворительном, но не максимизирующем поведении фирмы, о чем упоминалось выше. Речь идет о том, что фирмы часто довольствуются результатами своей работы, не соотносимых в каком-то смысле с наилучшими.

На аналогичную мысль наводят и проблемы измеримости исходных данных, на которую обратили внимание математики в процессе поиска экстремальных решений. В подобных задачах любую ошибку измерения или неопределенность прогноза называют помехой, при наличии которой многие методы нахождения оптимума не в состоянии привести к нему, что делает поиск наилучшего решения бессмысленным. Ввиду этого разрабатываются методы, позволяющие находить оптимум при действии помех и получившие название методов стохастической аппроксимации.

Такая концепция нашла сторонников и среди отечественных аналитиков. В подходе И.М. Макарова и его коллег общая задача оптимизации может не предполагать максимизации одной или нескольких числовых функций. Ее идея состоит в выделении лишь множества лучших элементов, т.е. в вычислении значения функции выбора при задании ее и множества вариантов решений¹ [233]. Примеры такой деятельности предприятий дали убедительный аргумент в пользу пересмотра ряда основополагающих принципов экономики благосостояния.

¹ Небезынтересно, что в теории и практике регулирования технических средств также не стремятся непременно к оптимальности регуляторов, но зато они должны удовлетворять требованиям простоты, надежности, экономичности и динамики переходного процесса.

Необходимо сказать и о том, что в поведении экономических агентов выделяют определенные каноны, которые они исповедуют в своей хозяйственной деятельности. Соблюдение их вводит типичные для агентов поведенческие акты и тем самым облегчает поддержку взаимоотношений между ними и позволяет предвидеть реакцию агентов на ту или иную рыночную ситуацию. Такие нормы и правила получили название институтов (уже упоминались выше), что подчеркивает их стабильность для достаточно широкого класса ситуаций. Поиск оптимальных институтов, как свидетельствуют исследования, весьма проблематичен, и тем не менее за последние 25 лет удалось для отдельных классов институтов разработать теорию оптимального выбора. Было показано, что *сфера действия рыночного механизма распределения ограничена, поскольку зависит от класса допустимых предпочтений потребителей. Если этот класс весьма широк, то оптимального правила распределения благ не существует.*

Вместе с тем заострим внимание еще на одном аспекте поведения предприятий. При анализе динамического поведения фирмы часто приходится апеллировать к мерному течению ее деятельности, которая со временем существенно не меняется, и потому называется стационарной. «Под стационарным состоянием, как предполагает сам термин, мы подразумеваем..., — писал Й. Шумпетер (J. Schumpeter), — определенное состояние объекта анализа, а именно экономического процесса, развивающегося в неизменном виде, или, точнее, экономического процесса, который просто воспроизводит сам себя» (выделено в тексте Й. Шумпетером) [464, с. 1270]. В трактате П. Самуэльсона (P. Samuelson) термин стационарности в отношении поведения экономической переменной во времени обычно отмечает ее постоянство, хотя иногда его обобщают и включают в него периодически повторяющееся поведение. В математическом аспекте, наряду с периодическим решением, Л.С. Понтрягин относит к стационарным также положение равновесия: состояние покоя можно рассматривать частным случаем движения, когда скорость его равна нулю.

В отличие от стационарного, иное поведение системы принято именовать нестационарным и, очевидно, ее траектория может иметь неравномерность, различную амплитуду, всплески, провалы, бифуркации, характерные для переходных периодов

экономики. Подобного рода динамика функционирования системы часто становится следствием возмущающего влияния ее окружения, ввиду чего такое движение системы называют вынужденным на фоне ее собственного движения, свободного от вмешательства внешних помех. Поэтому стационарное движение системы рассматривают как «предельное движение, к которому стремится система, и является наиболее характерным для поведения системы в течение длительных отрезков времени» (А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин) [15, с. 31].

Положение системы в некоторый выбранный момент времени представляет собой ее *состояние*, которое описывается набором переменных. Тем самым понятие состояния системы есть не что иное, как «срез» ее поведения, которое теперь можно интерпретировать как последовательность состояний системы. В таком ракурсе ее состояние — «мгновенная фотография» поведения системы, замер ее наблюдаемых показателей в определенный момент.

Впрочем, понятие состояния системы нередко употребляется и в широком смысле, отождествляющим ее с характером деятельности системы, что не вносит путаницы в толкование существа излагаемого вопроса. В диагностике производственных систем ее возможными состояниями рассматривают не только норму, равновесие, проблемное состояние, но и развитие, деградацию, разрушение, кризис системы [353].

Ясно, что в любом случае для целей анализа поведения системы ее состояния подлежат отслеживанию и оценке. В свою очередь, идентификация состояния системы естественным образом сводится к добыванию необходимой и достаточной информации о переменных ее движения. В этом отношении, по словам К. Негойца (С. Negoită), «состояние системы определяется как минимальное количество информации, требующееся для описания поведения системы в любой данный момент времени» [268, с. 13].

Но ценность получаемой информации связана как с желанием знать действительные координаты системы, так и потребностью предсказания ее дальнейшей траектории. Анализ переменных системы позволяет не только исследовать ее положение, но и состояние системы в будущем, если известны текущее состояние, внешние воздействия и уравнения динамики системы. В этом отношении целевая ориентация предприятия содержит в себе необходимость обоснования вектора

намечаемого движения, вследствие чего любая цель отражает направление развития предприятия в выбранный период времени, что составляет ее качественное своеобразие.

С другой стороны, располагая целевой траекторией поведения предприятия, появляется возможность не только видеть его перспективу и корректировать при необходимости целевые показатели, но и набирать опыт прогнозирования будущих состояний производственных систем предприятия. Вот почему определяемое целью будущее состояние системы порой именуют идеалом и потому, возвращаясь к определению понятия цели предприятия, уместно поддержать мнение Э.М. Короткова о том, что цель представляет собой идеальный образ состояния управляемой системы и аналогичное суждение М.И. Сетрова.

В этом контексте управление можно рассматривать как такое воздействие на параметры системы, которое позволяет перевести ее в заданное состояние. В частности, Н.Я. Петраков предлагает под управлением понимать «деятельность элементов системы или подсистемы по целенаправленному изменению параметров системы, имеющих своей целью перевести эту систему из исходного состояния в лучшее (по оценке управляющего органа)» [296, с. 10]. Целенаправленное изменение состояния машины А.А. Первозванский [293] называет задачей управления. Подобная трактовка понятия управления в теории управляемых систем имеется у Н.Н. Красовского [196].

На основании этих рассуждений правомерно сделать вывод о том, что *«стартовыми» условиями процесса управления служат начальное состояние производственной системы и цель управления ею, которая ориентирует траекторию движения системы. Между тем, поскольку поведение системы образует последовательность ее состояний, оно в известном смысле «овладевает» элементами и связями системы и «запоминается» ими, что дает повод говорить о «памяти» системы. Тем самым система приобретает свойства наследования, самообучения и адаптации к неблагоприятным воздействиям среды.*

Головокружительная скорость перемен динамизирует производственный процесс на предприятии, ввиду чего он становится нестационарным и его показатели уходят в «дрейф». Такая эволюция поведения производственных систем сопровождается нарастанием разнообразия их состояний и усложнением задач управления предприятием и его производственными системами.

2. ФУНКЦИИ, ПРИНЦИПЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

2.1. Проблемы управляемости и наблюдаемости систем. Функции управления деятельностью предприятия

Управление предприятием призвано обеспечить предписанный режим его функционирования для достижения поставленных перед ним целей. Поэтому следует смысл понятия управления предприятием связывать с процессом целенаправленного воздействия на его поведение.

Чем вызвана необходимость в управлении предприятием? Ответ прост: в ходе своей деятельности оно испытывает вмешательство непредвиденных внешних и внутренних возмущений, которые отклоняют режим работы предприятия от намеченного и препятствуют движению к цели. Благодаря управлению становятся возможными отслеживание и корректирование поведения предприятия с тем, чтобы нейтрализовать или ослабить негативные последствия этих помех. Тогда можно утверждать, что управление удерживает в допустимых пределах отклонения движения системы от целевой траектории.

В том же ключе формулируется основная задача управления предприятием и по отношению к его параметрам: она состоит в поддержании поведения производственной системы в заданных параметрах, исходя из целей деятельности. В результате *управление обеспечивает функционирование системы в рамках целевого пространства и влияющих на нее возмущений*. Вот почему управление может ввести неустойчивую систему в устойчивый режим работы, а некомпетентное или деструктивное управление, наоборот, придать прежде устойчивой системе неустойчивое поведение.

Но не всякий процесс поддается налаживанию и поэтому его называют *управляемым*, если воздействие на него позволяет достигать целей предприятия. Это означает, что среди возможных управленческих решений существует такое, которое в отведенное время обеспечивает предприятию желаемый режим функционирования. В противном случае процесс является неуправляемым.

Очевидно, управляемость динамической системы зависит от ее способности переходить из одного состояния в другое и потому под управляемостью также понимают вероятность достижения целей в различных ситуациях. Если каждая ситуация управляема (цели всегда достигаются), объект называют абсолютно управляемым. Иными словами, для любого контролируемого состояния среды, любого неконтролируемого входа и для любой цели всегда можно перевести систему в требуемое состояние. Очевидно, такая абсолютная управляемость встречается достаточно редко и имеет предпосылкой сужение множества целей или выделение больших ресурсов для управления [332].

В теории автоматического управления понятие управляемости рассматривается либо в структурно-качественном, либо в количественном аспектах. В первом случае изучают принципиальную возможность перевода системы из заданного множества состояний в некоторое другое множество состояний, как правило, за конечное время. Во втором случае выясняют количественные характеристики переходных процессов в системе при простейших типовых управляющих воздействиях.

Проблема управляемости становится значимой, когда разрабатывают алгоритмы и средства регулирования поведения системы для достижения ею определенной цели (о новизне этой задачи свидетельствует тот факт, что первые результаты поиска параметров, обеспечивающих переход линейной системы в состояние равновесия за конечное время, датированы лишь 1944 г.). В отношении предприятий управляемость их деятельности подразумевает способность оказывать положительное влияние на текущее производственное, экономическое, финансовое и т.п. поведение. Речь идет о том, чтобы с помощью принятых решений преодолеть действие внешних и внутренних возмущений и сохранить движение к целям. Между тем предприятие может потерять управляемость, если охвативший его затяжной и глубокий кризис сведет на нет усилия руководства и коллектива работников и доведет предприятие до банкротства.

В этом контексте свойства управляемости и приспособляемости динамической системы тесно связаны друг с другом. Ведь «когда мы обращаемся к управлению — будь то фирма или страна, или международные дела, то встречаемся все с

той же проблемой — проблемой приспособления, — убежден С. Бир (S. Beer). — Как мне представляется, она бросает вызов управлению... Сегодня требуется тотальная перепроверка наших методов управления, которая, в свою очередь, охватывает также требования переоценить организации, которые нами управляют» [52, с. 14–15]. Такая постановка проблемы неизбежно приводит к тому, что приспособляемость системы к своему окружению служит залогом ее выживаемости. Вот почему с общих позиций управление способствует существованию и целенаправленной работе систем.

Однако (и это может показаться удивительным) *исследования не обнаруживают однозначной зависимости между управляемостью и устойчивостью системы*. Отмечая это обстоятельство, Г.С. Поспелов склоняется к мысли о том, что неустойчивость состояния не должна служить препятствием к управлению системой в окрестности этого состояния, поскольку с использованием информации об отклонениях неустойчивое состояние системы можно сделать устойчивым.

Методы построения и исследования системы диктуют необходимость обладания достаточной информацией о них и контролировать параметры системы, что нашло отражение в свойстве ее наблюдаемости. Внимание к этому свойству понятно: отсутствие релевантной информации и ее неточность «окутывают туманом» процесс анализа состояния среды и распространены в практике управленческой работы.

Проблема наблюдаемости имеет фундаментальный характер и давно занимает естествоиспытателей, поскольку от успеха ее решения вытекает познаваемость окружающего мира. По этому поводу Н. Винер (N. Wiener) рассуждал: «Ведь на самом деле уменьшение точности конечных результатов объясняется вовсе не одной только неточностью уравнений и неточностью определения начальных условий; вообще все имеющиеся у нас данные содержат принципиальную неточность» [78, с. 246]. И далее: «В экономике так называемая эконометрика, изучающая экономическую динамику, жестоко страдает от того, что исходные числовые данные в ее задачах никак не могут быть точно определены и должны заменяться грубыми оценками. Кто может сказать, как точно определить, что такое спрос, и как измерить его таким образом, чтобы это удовлетворило сразу всех экономистов?» [78, с. 248].

Вместе с тем выявление скрытых в природе закономерностей приводит к участию в этом процессе человека, а значит, и соединению объективных и субъективных начал в научном поиске. Впрочем, привнесение человеческого фактора уже не смущает исследователей, хотя такое «вторжение» и может деформировать действительную картину явления, как, например, в микромире. С позиций научной корректности вряд ли было бы обоснованным доверяться лишь субъективным впечатлениям о воспринимаемой ситуации. «Имея дело с доступной наблюдению действительностью, мы никогда не можем прийти к доказанной истине, мы всегда должны полагаться на какое-то правдоподобное основание», — утверждает Д. Пойа (G. Polya) [303, с. 216]. При этом маститый математик не отвергает рассмотрение «предположительных оснований», которые могут в итоге привести к открытию доказательства.

Что означает наблюдаемость системы в строгом смысле? В теории автоматического управления принято считать, что система *наблюдаема* по координатам, если существует набор технических средств, позволяющих измерять компоненты координат в любой момент времени. Вместе с тем процесс наблюдения может оснащаться дорогостоящим техническим и иным инструментарием и сопровождается расходом необходимых ресурсов, вследствие чего за добываемую информацию приходится платить, и возникает вопрос о рентабельности проводимого исследования. Поэтому в практическом отношении задача о наблюдении системы рассматривается не только под углом зрения получения интересующих показателей ее поведения, но и такой организации наблюдения, которая оптимальна с позиций конечных результатов процесса.

Наконец, искомые сведения вовлекаются в конструируемые формальные схемы и проблема наблюдаемости переходит в область математизации приобретаемых знаний. Теперь важно не только располагать достаточным набором данных, но и ввести их в модельные построения. Тогда требование наблюдаемости полностью выполняется, если все переменные состояния объекта входят в выражение для управляемой величины. В такой интерпретации свойство наблюдаемости относится уже не к объекту управления как таковому, а математической модели его поведения. Обсуждаемые свойства управляемости и наблюдаемости систем особенно актуализируются в том случае, ког-

да алгоритм управления не обеспечивает минимизацию ошибок наблюдения и процесс может «выйти из-под контроля».

В свою очередь, устойчивость поведения систем в атрибутивном отношении сближает ее с *точностью* их функционирования. В процессе экономико-математического моделирования этих систем появляются ошибки, которые зависят от устойчивости исследуемого процесса. Эти ошибки уменьшаются и затухают, асимптотически стремясь к нулю, если анализируемая система существенно устойчива. И, наоборот, в неустойчивой системе, чувствительной к ошибкам параметров и начальных условий, даже малые величины этих погрешностей способны вызвать нарастание динамической ошибки.

Подобная проблема имеет в нелинейных системах принципиальное значение, поскольку в них даже мизерные сдвиги в величине параметров могут разительно изменить поведение системы. Дело в том, что *характер эволюции нелинейных систем находится во власти не только действующих на систему флуктуаций, но и ошибок измерения экономических показателей*. Неустранимость погрешности порождает у аналитиков понятный скепсис в отношении возможности задания точных начальных условий, а вместе с тем и предсказания траектории движения системы.

Сложная игра случайности и детерминированности, медленных и быстрых процессов в нелинейных системах открывает простор для проявления неустойчивости, которая становится отличительным качеством таких систем. Столкнувшись с таким причудливым поведением систем, аналитики сосредотачивают свои усилия на изучении их свойств и переосмыслении традиционных парадигм и методов управления системами. Обычно уход процесса в область, где устойчивость теряется, приводит к необходимости изменения структуры или параметров модели.

Заметим, что в рамках концепции ограниченной рациональности Г. Саймон (H. Simon) в силу неполного знания последствий альтернатив предлагает замещение абстрактных и глобальных целей осязаемыми подзадачами, осуществление которых может подвергаться наблюдению и измерению. Призывая к эмпирической верификации этой концепции, он убежден в том, что объяснение экономических явлений с позиций теории полезности и теории максимизации, а не теории

ограниченной рациональности, вызваны ненаблюдаемостью агрегированных результатов.

Концептуально управление предприятием можно рассматривать как комплекс из двух взаимодействующих друг с другом задач:

- разработка и принятие плановых решений, выполнение которых отвечает целям предприятия;
- реализация этих решений в деятельности предприятия с учетом меняющихся внешних и внутренних условий.

Первая задача направлена на поиск и обоснование целесообразного режима функционирования предприятия, который находит выражение в плановых решениях для предприятия и его производственных систем в предстоящие периоды времени. Но не будем забывать о том, что в теории устойчивости признано: знание программы управления и даже ее точная реализация никогда не обеспечивают достижение цели, поскольку программа управления не обладает свойством устойчивости, так как система испытывает помехи и ее движение становится возмущенным. А для нейтрализации помех требуется дополнительный ресурс системы, который расходуется для их подавления в рамках осуществления корректировки движения системы.

Вторая задача предназначена для обеспечения выбранного режима работы предприятия благодаря выполнению решений, погашающих влияние возникающих помех и поддерживающих намеченное поведение предприятия. Уже в ходе реализации плана его показатели уточняются и цели достигаются в процессе реального обмена текущей информацией, ввиду чего именно эту процедуру иногда рассматривают задачей управления.

Иногда с позиций разработки системы управления ее схематически представляют двумя связанными между собой подсистемами: подсистемой принятия управленческих решений и подсистемой сбора, переработки и передачи информации, которая становится «посредником» между первой подсистемой и объектом управления.

Управление как научная категория имеет емкий характер и раскрывается специалистами с позиций профиля их исследования. Спектр мнений довольно широкий, учитывая многообразие ракурсов изучения системных образований и проявление

ния управленческих процессов в технике, живых организмах, обществе. Поэтому предложены и различные классификации функций управления предприятием, с точки зрения структурно-содержательного аспекта управления, этапности, замкнутого цикла управления и др. Принимая во внимание его сложную сущность, можно представить следующую подборку авторских подходов к дифференциации функций (стадий, этапов, фаз) управления (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Функции (стадии, этапы, фазы) управления предприятием

Функции (стадии, этапы, фазы) управления предприятием	Автор (авторы) и год опубликования работы
Предвидение, организация, распорядительство, координирование, контроль	А. Файоль (H. Fayol) 1992 г. (1916 г.) [396, с. 12]
Планирование, организация, укомплектование штата, руководство, координация, отчетность, составление бюджета	Л. Гьюлик (L. Gulick) (1937 г.) (цит. по [91, с. 73–74])
Стратегическое планирование, тактическое планирование, внедрение, операции, оценка, регулирование, изменение плана	М. Старр (M. Starr) 1968 г. (1964 г.) [374, с. 35]
Анализ ситуации, принятие решений, коммуникация, лидерство, мотивация, измерение, контроль	И. Ансофф (I. Ansoff) 1999 г. (1965 г.) [21, с. 9]
Планирование и исполнение (организация, мотивация, контроль)	Д. Клиланд (D. Cleland), В. Кинг (W. King) 1974 г. (1968 г.) [167, с. 26–27]
Создание нормативного хозяйства, оперативное планирование, оперативный учет и контроль, регулирование	С.А. Думлер 1969 г. [134, с. 65–67]
Планирование, организация, координирование, стимулирование, контроль	О.В. Козлова 1970 г. [172, с. 18]
Планирование, оперативный контроль, регулирование производства	Р.М. Петухов, Е.С. Лазуткин 1972 г. [301, с. 40]
Предварительное управление (целеустановление, прогнозирование, планирование), оперативное управление, (организация, распорядительство, мотивация), контроль (включая анализ)	Г.Х. Попов 1974 г. [311, с. 150]
Планирование, организация, руководство, мотивация, контроль	К. Киллен (K. Killen) 1981 г. (1977 г.) [161, с. 17–18]
Планирование, организация (в том числе координация, администрирование, регламентация и др.), регулирование (в том числе учет и контроль)	А.Г. Аганбегян 1979 г. [2, с. 10–11]

Продолжение табл. 2.1

Функции (стадии, этапы, фазы) управления предприятием	Автор (авторы) и год опубликования работы
Планирование, учет и контроль, анализ и регулирование	В.А. Летенко 1979 г. [216, с. 84]
Планирование (в том числе определение целевого назначения, прогнозирование), организация, подбор и расстановка кадров, координация (в том числе стимулирование), контроль	Дж. Моррисей (G. Morrisey) 1979 г. [264, с. 17–19]
Подготовка и принятие решения, организаторская работа, учет, контроль, регулирование	В.Г. Афанасьев 1980 г. [26, с. 236]
Определение существующих и потенциальных проблем (угроз и возможностей), принятие решений (в том числе его выполнение), поддержание и улучшение характеристик при изменяющихся или стабильных условиях	Р. Акофф (R. Ackoff) 2002 г. (1981 г.) [6, с. 343]
Планирование, учет, контроль, анализ, регулирование	Коллектив авторов под ред. Г.И. Марчука 1981 г. [238, с. 7]
Планирование (в том числе целеполагание и прогнозирование) и руководство (организация, нормирование, стимулирование, координация, слежение, в том числе учет и контроль, корректировка)	Н.Е. Кобринский, Е.З. Майминас, А.Д. Смирнов 1982 г. [171, с. 334–339]
Планирование, организация, координация, стимулирование, контроль	Н.Д. Байков 1983 г. [175, с. 146–148]
Планирование, регулирование, измерение и учет, контроль и анализ, параметризация (нормирование)	М.И. Мельцер 1983 г. [244, с. 146–148]
Учет, анализ, прогнозирование, планирование, организация, контроль, стимулирование	Коллектив авторов под ред. Р.А. Белоусова и А.З. Селезнева 1986 г. [40, с. 277]
Планирование, регулирование, контроль (в том числе анализ)	Д. Хан (D. Hahn) 1997 г. (1986 г.) [415, с. 31–33]
Прогнозирование, планирование, организация, координация и регулирование, активизация и стимулирование, учет, анализ	В.И. Подлесных 1987 г. [299, с. 390–392]
Планирование, организация, лидерство (руководство), контроль	Р. Дафт (R. Daft) 2001 г. (1988 г.) [122, с. 18]
Планирование, организация, мотивация, контроль	М. Мескон (M. Mescon), М. Альберт (M. Albert), Ф. Хедури (F. Khedouri) 1992 г. (1988 г.) [249, с. 72]

Продолжение табл. 2.1

Функции (стадии, этапы, фазы) управления предприятием	Автор (авторы) и год опубликования работы
Планирование (в том числе выбор цели), организация, исполнение (руководство), контролирование	Р. Фалмер (R. Fulmer) 1992 г. (1988 г.) [400, с. 25]
Прогнозирование, планирование, принятие решений, организация работ, координация и регулирование, активизация и стимулирование, контроль и учет, анализ	А.А. Колобов 1989 г. [361, с. 33–34]
Организация, нормирование, планирование, координация, контроль, учет, анализ, регулирование, стимулирование	Н.А. Саломатин 1989 г. [333, с. 56]
Целеполагание, координация, регламентация, стимулирование, контроль и оценка результатов деятельности	С.В. Смирнов 1989 г. [361, с. 5]
Учет, контроль, анализ и прогноз, анализ и принятие решений	Е.И. Попов 1991 г. [313, с. 28]
Планирование, оперативное регулирование, учет и контроль	В.Ф. Пресняков 1991 г. [320, с. 112]
Определение целей развития, маркетинг, планирование, организация, контроль	И.Н. Герчикова 2005 г. (1994 г.) [97, с. 183]
Предвидение (планирование), организация, активизация (мотивация, стимулирование), контроль, координация, регулирование, исследование	Э.М. Коротков 1997 г. [190, с. 81]
Организация, планирование (в том числе прогнозирование), координация, мотивация, контроль и учет, маркетинг	В.И. Кнорринг 1999 г. [169, с. 45]
Планирование, организация, мотивация (активизация), координация, регулирование, контроль, исследование	А.А. Беляев, Э.М. Коротков 2000 г. [42, с. 47]
Нормирование, планирование, организация, координация, регулирование, мотивация, контроль, учет, анализ	Коллектив авторов под ред. А.Г. Поршнева, А.Я. Кибанова, В.Н. Гунина 2001 г. [398, с. 770]
Целеполагание, планирование (в том числе прогнозирование), организация, координация, регулирование, мотивация, учет, анализ, контроль	В.Г. Янчевский 2002 г. [113, с. 60–68]
Планирование, организация, руководство, контроль	О.С. Виханский, А.И. Наумов 2003 г. [83, с. 22–23]
Планирование, организация, мотивация, контроль, координация	Е.В. Попов, А.И. Татаркин 2003 г. [312, с. 52–53]
Планирование, организация, координация, контроль, стимулирование	А.В. Райченко 2003 г. [331, с. 64]

Продолжение табл. 2.1

Функции (стадии, этапы, фазы) управления предприятием	Автор (авторы) и год опубликования работы
Планирование, принятие решений, организация, мотивация, контроль, учет и анализ	В.И. Самаруха, Т.Г. Краснова, Ю.А. Пурденко 2003 г. [346, с. 14]
Планирование, организация, мотивация, контроль	Т.В. Светник 2003 г. [351, с. 122–123]
Анализ, планирование (целеполагание, прогнозирование, в том числе анализ, и принятие решений), организация, координация, мотивация (и стимулирование), коммуникация, контроль, регулирование, обеспечение корпоративности	А.Н. Алисов 2004 г. [90, с. 89–93]
Прогнозирование и планирование, организация работы, координация и регулирование, активизация и стимулирование, контроль, учет и анализ	В.Г. Золотогоров 2004 г. [146, с. 631–632]
Организация, нормирование, планирование, координация, контроль, регулирование	Е.М. Рогова 2004 г. [155, с. 75–76]
Планирование (целеполагание), организация, регулирование, мотивация, учет, контроль	В.Ф. Уколов, А.М. Масс, И.К. Быстряков 2004 г. [395, с. 107–108]
Целеполагание, прогнозирование, планирование, организация, мотивация, учет, контроль, анализ, регулирование	А.В. Желтенков 2005 г. [137, с. 22–23]
Планирование, организация, мотивация, контроль, координация, нормирование, регулирование	Н.Л. Зайцев 2005 г. [142, с. 333–334]
Прогнозирование, планирование, организация, координация, регулирование, активизация, стимулирование, учет, анализ	Дж. Лафта 2005 г. [210, с. 108]
Планирование, организация, контроль, мотивация	Л.И. Лукичева 2005 г. [221, с. 10]
Планирование, организация, мотивация, контроль	А.М. Павлова 2005 г. [18, с. 149]
Анализ, планирование, организация, учет, контроль, регулирование	Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский 2005 г. [330, с. 418]
Планирование (в том числе определение целей), организация, руководство (в том числе мотивация), контроль	В.Н. Родионова, О.Г. Туровец 2005 г. [335, с. 92–93]
Планирование, организывование, координация, мотивация, контроль	З.П. Румянцева 2005 г. [397, с. 9]
Целеполагание, планирование, организация, координирование, регулирование, стимулирование, контроль (учет, анализ деятельности)	Е.А. Татарников 2005 г. [382, с. 9–10]

Функции (стадии, этапы, фазы) управления предприятием	Автор (авторы) и год опубликования работы
Сбор информации, планирование, реализация, учет, контроль, анализ, регулирование	В.В. Кондратьев, В.Я. Лоренц 2006 г. [181, с. 73]
Планирование, организация, учет, анализ, регулирование	Л.М. Пуяткина, В.Б. Родинов 2006 г. [327, с. 348–349]
Исследование внешней среды, планирование, организация, регулирование, учет, контроль, анализ проблем и принятие решений	А.Н. Фомичев 2006 г. [406, с. 75]

Примечание: в правой колонке в круглых скобках — год выхода первого издания или издания на языке оригинала

Даже беглый обзор функций управления свидетельствует о большом разбросе мнений относительно состава и содержания функций, что несет на себе печать научных школ менеджмента и авторских позиций. В традициях поведенческих наук оттенять социально-психологические черты управления (активизацию, лидерство, мотивацию, стимулирование), организационных наук — действия по созданию предприятия (подбор, расстановку, укомплектование штата работников, организацию, коммуникацию, координацию, распорядительство, администрирование), системного анализа — этапы изучения проблемы (целеполагание, анализ ситуации, принятие решения), кибернетики — стадии управления (прогнозирование, планирование, учет, контроль, анализ, регулирование). При формулировании функций управления нередко комбинируют слагаемые ряда подходов, что отвечает тенденции развития междисциплинарных исследований.

Каждая из приведенных функций, в свою очередь, может быть подвергнута тоже разложению на элементарные операции, и тогда процесс дифференциации функций может быть продолжен дальше. Для примера приведем этапы принятия управленческих решений в информационном ракурсе: определение цели и задачи исследования, сбор первичных данных, их обработка, подготовка обобщенной информации, разработка проектов управленческих решений и их принятие [465]. Как видим, связующая эти этапы нить несет в себе специфику препарирования информации для задачи ее использования в обосновании решений.

Для выбора и упорядочивания функций управления был бы уместен критериальный прием, обеспечивающий отсеечение излишних функций и образование необходимого и достаточного набора функций управления. Хотя, по-видимому, и эта задача не может считаться однозначной по постановке и простой по исполнению уже потому, что трудно преодолеть терминологическую неопределенность при переводе терминов с иностранного языка на русский. В книге М. Старра (M. Starr) «Управление производством» английский термин «control» передается сочетанием «текущее управление, регулирование и контроль» [374] и тем самым лишь осложняет разбор функций управления. Не лучше обстоит дело с французским аналогом «contrôle», на двусмысленность перевода которого обращает внимание Дж. Обэр-Крие (J. Aubert-Krier): он отождествляется с нашим термином «руководство», хотя часто воспринимается в узком смысле как контроль выполнения какого-либо распоряжения [286]. Досаду по поводу большой путаницы среди основных понятий кибернетики не скрывает и О. Ланге (O. Lange), приводя пример смешения понятий регулирования и управления [206]. Впрочем, и в отечественной литературе можно найти определение понятия управления, которое раскрывается лишь одной функцией регулирования и сводится к нему, например, «управление — регулирование системы с использованием информационного способа взаимодействия (связи) между подсистемами, направленное на ее развитие» [355, с. 153]. В последнем случае упрощение содержания понятия управления выводит за его рамки необходимые для осуществления управления другие его функции (прогнозирование, планирование, учет и др.).

Кроме того, встречаются попытки введения новых функций управления, что само по себе не может вызвать возражений, если диктуется соображениями придания непротиворечивости и полноты процессу управления, а предлагаемые функции логично вписываются в комплекс уже существующих функций. Иначе трудно избежать дублирования или избыточности функций, что вряд ли будет иметь конструктивность и познавательную ценность для теории управления.

В этом отношении недостаточно обоснованным, по мнению автора, выглядит предложение Г.Х. Попова по выделению новой функции — функции руководства на основании того, что «руководитель при развитой иерархии уже не занят ни одной

из функций управления. Для этого у него есть и плановики, и прогнозисты, и контролеры, и организаторы. Главной задачей руководства становится процесс управления в целом: координация разных функций, их увязка и согласование, подбор руководителей соответствующих служб и организация иерархии управляющей системы в целом» [311, с. 124]. Подобного рода интегрирующую деятельность он выносит из круга функций управления и называет руководством, которое должно объединить в себе и планирование, и организацию, и мотивацию. Спорность этого суждения очевидна: вряд ли дирекция предприятия игнорирует планирование или отказывает себе в организации работы предприятия. Налицо двусмысленность, которая закладывается уже в том, что планирование, организацию и мотивацию Г.Х. Попов рассматривает в одном месте как функции управления, а в другом синтезирует их в новой функции руководства.

Словом, можно видеть широкую панораму авторских позиций к выделению функций управления, что отражает полиаспектность управленческой деятельности персонала предприятий.

2.2. Идеи кибернетики в управлении производственными системами

В излагаемом ниже подходе находит применение кибернетическая концепция, которая содержит в качестве критериев выделения функций управления их стадийность, цикличность, итеративность и информационную взаимосвязь. В результате складывается многоконтурный процесс, элементы которого составляют последовательность функций управления (рис. 2.1).

Прогнозирование. Исходным пунктом проведения управления служит прогнозирование деятельности предприятия в будущем, которое позволяет предвидеть изменение факторов среды и выбрать обоснованное решение. Вместе с тем нельзя игнорировать то обстоятельство, что прогнозирование в сильно возмущенной среде страдает повышенной погрешностью и потому нередко остается невостребованным. «Устойчивая база для прогнозов — это динамические ряды, — обращает внимание В.В. Ивантер, — а они в условиях кризисной экономики ломаются», причем «нужно иметь не хаотические колебания экономических параметров, а устойчивые тенденции» [149, с. 67].



Рис. 2.1. Связь функций управления деятельностью предприятия

В.В. Ивантер отмечает, что с этой каверзой и столкнулись российские прогнозисты, вынужденные изобретать для решения своих задач соответствующий инструментальный аппарат. В такой ситуации «никакие из известных методов экономического прогнозирования, кроме тех, которые основаны на экспертных оценках, не дают надежного предсказания путей развития экономических систем, вызванных предпринимаемыми реорганизациями в механизме управления ими» (В.Л. Макаров [230, с. 198]).

Проблема осложняется синергетическими свойствами производственных систем, которые проявляются при различных начальных условиях движения системы. В силу чувствительности к ним система, даже описываемая в детерминированных терминах, может эволюционировать по совершенно различным маршрутам, неизвестным заранее. Не говоря уже о том, что даже малая ошибка в исходных данных может сильно изменить прогностическую картину состояния экономической системы. О подобного рода вычислительных нюансах писал В. Леонтьев: «Небольшая, едва различимая ошибка в описании начального положения неустойчивой динамической системы привнесет значительную погрешность в прогноз или объяснение последующих положений. С увеличением временного интервала, отделяющего год прогноза от базового года, ошибка будет нарастать» [215, с. 40].

Понятно, что в этом случае уходит возможность прогнозирования поведения производственной системы с требуемой для практики точностью.

Планирование. Настоящая функция состоит в разработке и доведении до производственных систем таких решений, выпол-

нение которых ведет к достижению общих целей предприятия, поэтому план выстраивает траекторию движения системы и содержит необходимые для этого ресурсные затраты. Задача в этом случае состоит в том, чтобы на базе прогностических оценок с приемлемой погрешностью предвидеть координаты этого движения. Однако нет причин оспаривать опыт планирования в западных компаниях: прогнозы могут быть эффективными лишь для относительно короткого периода. Особенно в малоизученный период перестроек с нестационарной внешней средой.

Присущая деятельности предприятия принципиальная неопределенность конкретного сценария его развития сдерживает возможности выбора подходящего образа действий руководства и отражается на эффективности работы предприятий. Поиск планового решения и его добротность находятся под влиянием динамизма и предсказуемости будущего поведения внешней и внутренней среды предприятия. Ввиду этого информационная неполнота ощущается довольно сильно, так как необходимые для поиска решения сведения либо отсутствуют, либо их пригодность вызывает обоснованные сомнения. Тогда процесс разработки решения не имеет объективной информационной базы, и неизбежно привлечение квалифицированных экспертов. Суждения их позволяют ослабить дефицит знаний и дать рекомендации в плохо определенной обстановке, хотя оценка результата выполнения решения при этом по-прежнему остается субъективной.

Примечательно, что возрастающий поток перемен в деятельности промышленного комплекса заставил экономистов считаться с неопределенностью структуры конечных потребностей и в условиях централизованного народнохозяйственного планирования. Это обстоятельство становится преградой в решении задачи учета потребностей и распределения ресурсов. «Хотя при значительном разнообразии направлений использования производственных ресурсов их общие объемы и темпы роста производства являются достаточно устойчивыми для целей планирования, — отмечал Ю.А. Львов, — вместе с тем проблема эффективного распределения ресурсов по сферам применения остается» [197, с. 71]. Тем самым в повестку исследований естественным образом включался вопрос о создании адаптивного механизма, настраивающего производственные системы на уточнение ресурсных потребностей и удовлетворение спроса на выпускаемую промышленную продукцию.

Учет. Он включает измерение и регистрацию результата работы производственных систем, фиксацию сведений о фактическом выполнении решения. С течением времени учетные данные образуют хронологический ряд значений наблюдаемых показателей функционирования производственных систем, по которым можно судить о траектории их движения.

Контроль. Предназначен для сравнения планового решения с фактическим результатом, благодаря чему выявляется и оценивается отклонение реального поведения производственных систем от намеченного режима.

Анализ. В процессе его проведения — поиск причин возникшего отклонения, «разложение» его на составляющие и осмысление вызвавших отклонение причинных факторов, внешних и внутренних возмущений.

Регулирование. Оно вводится для выработки и принятия решений, реализация которых даст возможность устранить или минимизировать выявленное отклонение, и приблизить движение производственных систем к целевой траектории. По отношению к организмам У. Эшби (W. Ashby) полагал, что регулирование сохраняет правильную форму их существования, поскольку при воздействии возмущающих факторов в поведении организма не происходит отклонений от оптимума.

Для производственной системы регулирование заключается в уточнении последующего задания и в общем случае не сопровождается изменением ее организации. Однако, если отклонение выходит за пределы допуска и его не удастся компенсировать в рамках функционирующей структуры производственной системы, вместо регулирования (или в дополнение к нему) проводится ее реорганизация.

По мнению Ю.А. Львова, для обеспечения нормального регулирования деятельности большой системы обычно используют следующие приемы: понижение требований к регулированию за счет сокращения контролируемых и регулируемых параметров системы, увеличение мощности регулирующего механизма до необходимой для обеспечения полного регулирования системы, ограничение разнообразия возмущений и их последствий [224]. В этом комплексе мер «обоюдострым» представляется первое направление, поскольку, с одной стороны, аналитики вынуждены сужать множество параметров ввиду их необозримого состава и избыточности, а с другой стороны, игнорирова-

ние без достаточного основания некоторых параметров может обернуться потерей управляемости и устойчивости системы. Отбраковка параметров должна проводиться скрупулезно как с содержательной, так и с формальной точки зрения.

В наше время получает признание концепция контроллинга, задача которого, по словам Д. Хана (D. Hahn), состоит в «информационном обеспечении ориентированных на результат процессов планирования, регулирования и контроля (мониторинга) на предприятии, в выполнении функций интеграции, системной организации и координации» [415, с. 112]. Рассматривая контроллинг одной из важнейших функций управления и поддержки решений, упомянутый автор акцентирует внимание на том, что контроллинг содержит комплекс задач по планированию, регулированию и наблюдению и относит к его специальным задачам планирование и контроль на предприятии, бухгалтерский учет как документирование, подготовку и передачу первичной ориентированной на результат информации и формирование систем, методики и организационных структур контроллинга. Тем самым просматривается бухгалтерский и финансовый аспект контроллинга, который охватывает первичный учет (документирование), составление бухгалтерской отчетности и отчета о прибылях и убытках, налогах и пошлинах, финансовое планирование. В Германии под контроллингом часто понимается система управления прибылью предприятия.

В нашей литературе контроллинг формулируется как «упреждающий контроль принимаемых и реализуемых управленческих решений на основе аналитических методов оценки последствий этих решений на жизнедеятельность предприятия в настоящем и будущем периодах» [18, с. 46]. Но, как и прежде, возникает вопрос о содержании этой функции и ее соотношении с традиционными функциями управления. Если в задачу контроллинга вменяется управление будущим для обеспечения длительного и эффективного функционирования предприятия и его структурных единиц, то оправданно включение в него функций прогнозирования состояния и поведения экономики организации, учета (измерения, оценки), анализа (объяснения причин, обусловивших появление отклонений «план–факт») и регулирования (разработки корректирующих мероприятий по устранению отклонений). Однако тогда появляется ощущение того, что контроллинг функционально переполнен и, по сути

дела, отождествляется с управлением как таковым, что требует развернутого обоснования сторонниками такого подхода. В этом случае выглядит резонным и выполнение задачи мониторинга состояния экономики организации, правда, в весьма усеченном виде: контроль равновесия показателей прибыль–затраты.

Вернемся к кибернетической трактовке функций управления системой. По окончании выполнения функции регулирования происходит возвращение к планированию (в том случае, если потребуется внести поправку в принятые ранее плановые показатели) или учету уже результатов «отрегулированного» задания (боковая стрелка на рис. 2.1).

Впрочем, порой в литературе наряду с понятием регулирования, встречаются аналогичные ему по смыслу термины «коррекция», «перепланирование» и др.

Читатель, конечно, заметил, что среди приведенных на рис. 2.1 функций управления отсутствует целеполагание, и причина тому — двойственность положения: с одной стороны, определение целей функционально связано с планированием, учетом, контролем и другими функциями, а с другой стороны, оно является внешним «задающим воздействием» для всего процесса оперативного управления и потому время от времени находится вне контура управления. Этим обстоятельством, разумеется, не исключается корректировка целей в ходе управления, но проводится она лишь в аномальной ситуации, когда необходимо реагировать на запредельную вариацию условий работы системы и недопустимые отклонения от планового режима ее поведения.

Обсуждаемые функции логически и информационно связаны друг с другом и замыкают контур управления, обеспечивая его целостность и гибкость по отношению к условиям среды. Вот почему такой комплекс функций чаще всего привлекает внимание разработчиков систем управления предприятиями (см., например, [162; 238]).

Между тем предложенный подход к структуре управленческой деятельности нельзя назвать общепринятым. Богатое содержание и многогранность процесса управления дают повод для того, чтобы оттенить те или иные стороны управленческой деятельности в ракурсе проводимого исследования.

В частности, в зависимости от того, в какой проекции рассматриваются проблемы поведения системы, аналитики дают свое толкование элементам процесса управления. Приведем

точку зрения О. Ланге (O. Lange), согласно которой под управлением понимается определение нормы (заданного значения состояния) регулируемой системы [206], что оставляет управлению лишь функцию планирования (нормирования).

Описываемые функции управления поддерживают адаптивное поведение производственной системы, стремящейся предвидеть будущее состояние внешней среды и придать своей деятельности такой режим, который соответствует ожидаемому изменению окружения благодаря использованию своих приспособительных свойств. С кибернетических позиций процесс адаптации производственных систем может быть раскрыт последовательностью процедур идентификации (текущего или прогнозируемого состояния среды), принятия решений (анализа и выбора решений для обеспечения устойчивости текущего или прогнозируемого состояния производственной системы) и модифицирования (внедрения мероприятий для обеспечения устойчивости систем и контроля их эффективности) [176].

Поскольку управленческая деятельность не мыслима без волевых качеств руководителей и несет на себе их стилевые особенности, иногда управление определяется как процесс волеобразования и реализации воли. С этих позиций управление как процесс решения проблем включает подготовку решения (фазы постановки проблемы, поиска альтернатив решения, их оценки и принятия решения) и реализацию решения (фазы реализации и контроля). В случае отсутствия цели или представлений о ней постановке проблемы предшествует фаза формулирования цели, а в зависимости от степени участия подчиненных в процессе решения управленческих задач различают авторитарный и кооперативный стили управления.

На фоне всевозрастающего значения передовых знаний и информационных преобразований в современном управлении высказывается мысль о введении новой функции — функции управления знаниями, в задачу которой входят аккумуляция интеллектуального капитала, поиск и распространение информации и опыта. Нет и тени сомнений в том, что касается прогрессирующей роли информации в процессах управления в нашей экономике и обществе, однако, такая постановка вопроса требует весомых оснований в увязке с другими функциями управления, которые имеют собственное информационное наполнение.

Управление как целенаправленное воздействие на поведение предприятия реализуется с помощью определенных взаимозависимых элементов, и потому управление обладает собственной структурой с типичными для нее системными свойствами. Какими?

Во-первых, элементы предприятия условно подразделяются на те, которые выполняют сугубо производственную деятельность (непосредственно производственные звенья: цехи, участки, линии, бригады, рабочие места и др., которые у нас именуются производственными системами), и те, которые управляют ими (аппарат управления: администрация, дирекция, службы, отделы, менеджеры). Первые составляют *управляемую подсистему* (синонимы: объект управления или регулируемая система), вторые — *управляющую подсистему* (субъект, или орган управления, реже регулирующая система) предприятия (рис. 2.2).

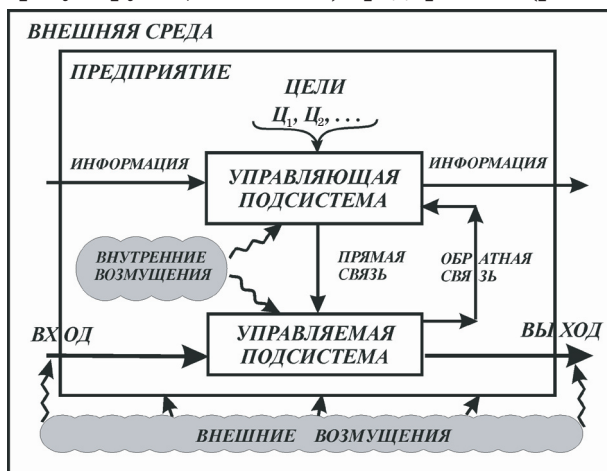


Рис. 2.2. Структура системы управления предприятием

В рамках концепции производственного менеджмента управляемую подсистему стали также именовать оперирующей (операционной) системой, подчеркивая тем самым, что она выполняет операции по преобразованию входных ресурсов в готовые изделия или оказываемые услуги. При этом производственный менеджмент обеспечивает наиболее рациональные формы создания и функционирования производственных систем, организации и осуществления технологического процесса.

Во-вторых, управляемая и управляющая подсистемы органически связаны между собой и образуют целостную систему. Ясно, что ни та, ни другая подсистемы не могут существовать порознь, они «врастают» друг в друга и функционируют лишь в единстве.

В-третьих, строение предприятия и его деление на управляемую и управляющую подсистемы подчинены целям, которые преследует предприятие (на рис. 2.2 цели C_1 , C_2 и т.д.).

Кстати, наряду с ситуацией, когда корректировка цели влечет за собой модернизацию структуры предприятия для сохранения устойчивости в подвижной среде, структурные изменения могут быть продиктованы расширением целевого пространства. Социальная направленность стратегии предприятия может найти выражение в цели поддержания жизненного тонуса своих работников, для чего могут потребоваться оснащенные спортивные залы, санатории, профилактории. Для благоустройства своей территории может появиться необходимость в создании специальной службы ремонта, озеленения и других земляных работ, т.е. в структуре предприятия произойдут изменения, продиктованные образованием этих звеньев и их управлением.

В-четвертых, обе подсистемы имеют **входные и выходные каналы**, по которым перемещаются ресурсопотоки (в том числе и информация), передаются внешние и внутренние возмущения и обеспечивается связь обеих подсистем (см. рис. 2.2). Нелишне подчеркнуть, что внешние и внутренние возмущения могут влиять на деятельность предприятия одновременно, а потому накладываются и «смешиваются». В известном отношении внешние и внутренние воздействия в любой системе не только тесно связаны между собой, но и взаимно обуславливают друг друга. При этом, чем значительнее одно, тем меньше другое, и потому внешние воздействия на предприятие ограничивают силу внутреннего воздействия.

В-пятых, между этими подсистемами наводят как **прямую** (от управляющей к управляемой подсистеме), так и **обратную** (от управляемой к управляющей подсистеме) связь (см. рис. 2.2). По Н. Винеру (N. Wiener), обратная связь есть метод управления системой, который включает в нее результаты предшествующего выполнения ею своих задач.

Благодаря прямой и обратной связям, контур управления становится замкнутым и осуществляются функции управле-

ния: прогнозирование, планирование, учет, контроль, анализ и регулирование производственной деятельности. По цепи прямой связи в управляемую подсистему передаются принятые решения, по цепи обратной связи в управляющую подсистему — сведения об их выполнении, и тем самым посредством прямой и обратной связи происходит информационный обмен между подсистемами и реализуется процесс управления. Коренное значение обратной связи проявляется и в гомеостазисе, где обратная связь не только участвует в физиологических явлениях, но и необходима для продолжения жизни.

Между тем вспомним и о том, что в теории оптимального управления рассматривают задачу о программном управлении, в которой поступающая в ходе процесса движения системы информация не используется для коррекции ее траектории, поскольку движение осуществляется по заранее составленной жесткой программе. Тем самым возникающие при движении системы непредвиденные помехи игнорируются управляющей подсистемой, что может повлечь за собой сход системы с намеченной траектории. Очевидно, роль получаемых при такой задаче результатов весьма ограничена.

Попутно заметим: тематика взаимодействия производственной системы и ее окружения для достижения намеченных целей занимала специалистов и в эпоху централизованного планирования, поскольку сохраняли свою роль кибернетические представления о природе управления и давали о себе знать проблемы дефицита информации и неустойчивости принимаемых решений. Еще в начале 60-х годов прошлого века В.С. Немчинов ратовал за то, чтобы «гармонически сочетать экономический принцип сознательного управления общественным производством (в соответствии с познанными объективными законами экономического развития) с кибернетическими принципами самонастройки, саморегулирования и самоорганизации хозяйственного процесса», полагая, что «это нелегкая, но вполне выполнимая задача» [276, с. 52]. Да и позднее оптимизация народнохозяйственного планирования выдвигала перед специалистами задачу согласования глобального и локальных критериев эффективности, которая не имела тривиального решения и наталкивалась на трудности гармонизации личных, групповых, региональных, отраслевых и т.п. потребностей и интересов. В этой задаче становления единой общественной функции благо-

состояния подразумевались приблизительные оценки, отражающие уровень и структуру потребностей, и тем самым встречались с проблемой неполноты данных. «Неопределенность в системе создают и помехи при согласовании локальных критериев оптимальности хозяйственных решений с глобальным критерием народнохозяйственной оптимальности, — признавал Н.П. Федоренко. — Причем в ряде случаев этим вносится и элемент неустойчивости оптимума, достигаемого с помощью тех или иных плановых и хозяйственных решений» [402, с. 141].

С системных воззрений процессы организации и управления на предприятии взаимосвязаны, обуславливают и дополняют друг друга. Если организация предприятия состоит в выстраивании структуры и наполнении ее потоками (материально-техническими, энергетическими, трудовыми, финансовыми, информационными и др.), то управление предприятием — в придании этим потокам такого режима, который обеспечивал бы погашение возмущений и выполнение принятого решения.

Необходимо подчеркнуть, что семантическое отличие понятий организации и управления часто упускается из виду, и они либо отождествляются, либо одно из них покрывает по содержанию другое, что находит отражение и в многообразных интерпретациях этих понятий.

Иллюстрацией синонимического толкования терминов организации и управления служит точка зрения авторов монографии о том, что «определенная организация процессов, протекающих в системе для достижения заранее намеченных целей, есть не что иное, как управление» [462, с. 18]. «Содержанием управления является целенаправленная деятельность по организации людей и средств производства, которая проявляется в сборе, накоплении, хранении и переработке информации», — раскрывают смысл управления М.Г. Завельский и Л.Е. Починчиков [138, с. 763]. Или такой пример, почерпнутый из учебного пособия: «В широком смысле под управлением понимается конкретная организация тех или иных процессов для достижения намеченных целей» [199, с. 11].

Констатируя существование разных парадигм понимания управления, Э.М. Коротков обращается к одной из них, согласно которой главную роль играет технология производства, лежащая в основе организации производства, а следовательно, и управления производством. «В этом случае, — делает вывод

Э.М. Коротков, — управление определяется через понятие «организация» и, по существу, оно сводится к организации. *Главным здесь становится организация, и все остальные функции пользуются меньшим вниманием* (выделено в тексте Э.М. Коротковым) [190, с. 21]. В подобной трактовке также проводится смысловое отождествление понятий организации и управления, что вряд ли будет корректным.

Авторы учебника по теории системного менеджмента, отдавая дань роли функции организации, пишут: «Значение этой функции в системах управления столь велико, что некоторые теоретики и практики управления рассматривают ее в качестве самостоятельной, существующей наравне с управлением. Но организационная деятельность составляет часть управленческой» [113, с. 39]. В оперативное управление включают организацию как создание нужной структуры и необходимых ресурсов и авторы учебника по экономической теории [76]. Организация производства рассматривается функцией управления также и в подходе Н.Л. Зайцева [142].

В ряде аргументаций авторы склоняются к противоположному мнению. К. Адамецки (С. Adamiecki) отнесил анализ, план, исполнение и контроль к главным фазам (принципам) научной организации [4]. Ссылаясь на то, что понятие организации остается неопределенным и потому мешает понять сущность управления, М.И. Сетров считает, что управление является лишь одной стороной процесса организации [354].

«Вопрос о разграничении теории организации и науки об управлении в проводимых исследованиях и публикуемых работах решается неоднозначно, — констатирует Б.З. Мильнер. — В одних работах (и их немало) теория организации рассматривается как составная часть науки об управлении. Мотивируется это тем, что управление как целенаправленная деятельность по переводу объекта в желаемое состояние не может рассматриваться в отрыве от природы и свойств управляемого объекта. В ряде работ... не проводится строгое разграничение, к какому ответвлению общей теории — к организации или управлению — относится тот или иной постулат. Имеется также большое число работ, выделяющих проблемы организации в относительно самостоятельную область знаний. Исходная позиция их авторов состоит в том, что «организация» отвечает на вопрос, чем управлять, а «управление» — зачем и как воздействовать на объект. Понима-

ние организации создает основу для изучения управления. Такая позиция позволяет, на наш взгляд, глубже и всесторонне исследовать закономерности и принципы построения организаций разных типов, выявить наиболее подходящие условия и пути обеспечения действенности отдельных элементов, взаимосвязей и взаимозависимостей, учесть особенности каждой стадии жизненного цикла субъектов хозяйствования. Разумеется, и при таком подходе сохраняются объективно существующая связь и взаимовлияние организации и управления в рамках единого процесса целенаправленной деятельности» [254, с. 23].

В интерпретации некоторых авторов соотношение между понятиями управлением и организацией более сложное, чем смысловое «поглощение» одного из них другим понятием. Так в толковании А.Ф. Баранникова «организация и управление как процессы — это логически взаимосвязанные и последовательно осуществляемые на каждом уровне детализации замысла самостоятельные функции сознательной, целесообразной человеческой деятельности» [33, с. 103], причем процесс организации предшествует процессу управления. Интересна и трактовка В.Г. Алиева: «Управление как функция организации выступает ее составной частью и в то же время организация как функция управления является частью управления, т.е. управление есть организация, организация — часть управления» [8, с. 443]. Объяснение этого «парадокса» автор видит в системном и функциональном единстве организации как состояния и процесса, поскольку управление им рассматривается и как управляющая система, и как вид деятельности одновременно.

По-видимому, смешение понятий организации и управления проистекает от того, что они тесно переплетаются и их трудно разделить в повседневной работе предприятия. По мнению Е.И. Попова, организация и управление дополнительные в смысле принципа дополнительности Н. Бора (N. Borh), т.е. «смысл и содержание организации определяют управление, смысл и содержание управления — организацию» [313, с. 19]. Для них характерно диалектическое взаимодействие, поскольку в социально-экономических системах они не могут осуществляться автономно, в отдельности. Вместе с тем, несмотря на их органическое единство, соотношение между организацией и управлением складывается по-разному в зависимости от состояния окружающей и внутренней среды предприятия.

Таким образом, есть основание предполагать, что *организационной и управленческой деятельности присущ дуализм, подразумевающий не только определенную самостоятельность этих сфер менеджмента, но и их неотрывность друг от друга и взаимообусловленность.*

В принципиальном отношении этот подход можно прокомментировать следующим образом. Структура предприятия должна быть спроектирована так, чтобы отвечать его целевым ориентирам и среде. Это означает, что структура с течением времени может претерпевать изменения, вызванные корректировкой целей или средовыми возмущениями. Здесь перестраиваемость структуры предприятия выступает необходимым условием его адаптации и сохранения устойчивости.

Отметим мимоходом, что в концепции функциональной теории организации М.И. Сетрова именно процессу изменения взаимосвязей элементов (регуляции) системы отводится роль фактора обеспечения ее устойчивости. И все же, думается, автор недооценивает связанное с этим регулятивное изменение состояний этих элементов, которые своим поведением оказывают влияние на устойчивость движения системы. При таком подходе управление им определяется как «изменение взаимосвязей элементов системы, направленное на поддержание устойчивости процесса ее преобразования по заданной программе» [354, с. 79]. Иными словами, речь идет об изменении структуры системы, тогда как такие кардинальные шаги в допустимой ситуации (параметры системы не вышли за пороговый уровень) могут быть преждевременными, а то и вовсе не нужными.

В самом деле, не всякое внешнее или внутреннее возмущение требует реорганизации структуры предприятия. В том случае, если возникшая помеха может быть нейтрализована оперативным и энергичным управленческим решением, модернизация структуры становится излишней, поэтому в «штатном» режиме функционирования предприятия обычно полагаются на рычаги управления и только при сильнодействующих возмущениях прибегают к организационным мерам. В этом контексте чем лучше организована система, тем меньше «объем» управления ею; и согласимся с В.А. Летенко и О.Г. Туровцем в том, что организация производства «включает проектирование, осуществление на практике и совершенствование производственной системы, а управление имеет целью поддержание системы в назначенных

параметрах» [217, с. 14]. Аналогичного мнения придерживаются Р.М. Петухов и Е.С. Лазуткин, на взгляд которых «главная задача управления — поддержание производственного процесса в тех параметрах, которые были predeterminedены его организацией» [301, с. 48]. Похожую точку зрения высказывает и В.Н. Родионова, полагая, что первой функцией организации производства является объединение основных факторов производства в единый производственный процесс и образование набора взаимосвязанных производственных единиц (рабочих мест, участков), а второй функцией служит обеспечение устойчивого функционирования всех звеньев производственной цепи [334].

Подобное разграничение организации и управления, реализуется, весьма условно: в жизни они связаны в «нерасторжимый узел», грань между ними размывается и им в полной мере свойственно наложение друг на друга и взаимопроникновение. Благодаря этому организационно-управленческая деятельность поддерживает целевой режим работы производственных систем предприятия и их устойчивость в возмущенной среде.

2.3. Системология и принципы управления поведением предприятия

Дальнейшее изложение проблематики управления предполагает следование ряду признанных концептуальных положений, получивших распространение в кибернетике и ее практических приложениях. Сначала будет предложено сверить наши знания в том, что касается системных начал в управлении предприятиями, а затем внимание будет переведено на принципы, которые являются руководящими при построении и эксплуатации систем управления производством.

Системология управления предприятием побуждает обратиться прежде всего к общим закономерностям, которые вскрывают повторяющуюся, существенную связь процессов и явлений в этой сфере. Выражая себя в виде примечательных свойств системы, закономерности управленческой деятельности обосновывают условия ее проведения и развития. Среди них первостепенное значение имеют те, которые обеспечивают устойчивость поведения предприятия и его производственных систем.

Гармоничное взаимодействие и взаимообусловленность управляемой и управляющей подсистем предприятия. Это означает, что между структурами обеих подсистем должно быть определенное соответствие, как и между поведением той и другой подсистемы. В частности, управляющая подсистема должна быть адекватной характеру деятельности, особенностям и тенденциям развития управляемой подсистемы предприятия. В противном случае между ними наступит «разнобой»: принятые решения пойдут вразрез с реальным поведением управляемой подсистемы, в результате чего процессы в ней могут стать неуправляемыми. С другой стороны, управляемая подсистема испытывает влияние управляющей подсистемы, поскольку последняя в зависимости от состояния окружающей и внутренней среды планирует и корректирует производственную деятельность предприятия в стремлении придать ему устойчивость.

Такая гармония управляемой и управляющей подсистем предприятия вполне допускает применение к ним концепций равновесия и расхождения, на что обращает внимание Н.К. Моисеева. Если закон равновесия провозглашает стабильность процессов взаимодействия между этими подсистемами, то закон расхождения утверждает: «по мере самостоятельного существования комплексов, образовавшихся при разделении исходного, различие между ними возрастает с формированием более устойчивых структурных соотношений» [262, с. 6]. При этом наибольшей устойчивостью отличаются те расходящиеся части, которые дополняют друг друга.

Обеспечение необходимого и достаточного разнообразия состояний управляющей подсистемы предприятия. Функционирование современного предприятия находится под воздействием множества внешних и внутренних факторов, вследствие чего его поведение отличается большим разнообразием состояний. Для того чтобы протекающие процессы не выходили из-под контроля (оставались «управляемыми»), управляющая подсистема должна обладать не меньшим разнообразием состояний, чем управляемая подсистема. На практике это условие проявляется во вполне очевидной закономерности: чем сложнее производственная деятельность предприятия, тем сложнее его управляющая подсистема — ее структура, кадровое, информационное, алгоритмическое, программное, техническое и другое обеспечение управления предприятием.

Сформулировавший закон необходимого разнообразия состояний У. Эшби (W. Ashby) исходил из десятой теоремы К. Шеннона (C. Shannon), основоположника математической теории информации. Занимаясь изучением проблем техники связи, К. Шеннон (C. Shannon) поставил перед собой задачу учесть влияние шума в канале передачи информации и возможность экономии за счет статистической структуры и назначения передаваемого сообщения. В рамках основной задачи связи — точного или приближенного воспроизведения сообщения, посылаемого источником информации адресату, — К. Шеннон (C. Shannon) вводит наблюдателя, который имеет возможность видеть, как передаваемое (x), так и принимаемое сообщение (y), и тем самым замечать ошибки в полученном приемником сообщении (рис. 2.3). Такие ошибки возникают из-за наличия шума в канале передачи, и для учета недостающей части информации используется величина $H_y(x)$, которая представляет собой неопределенность относительно переданного сигнала x , когда известен принятый сигнал y , или на языке теории информации, условная энтропия сигнала x при известном сигнале y .

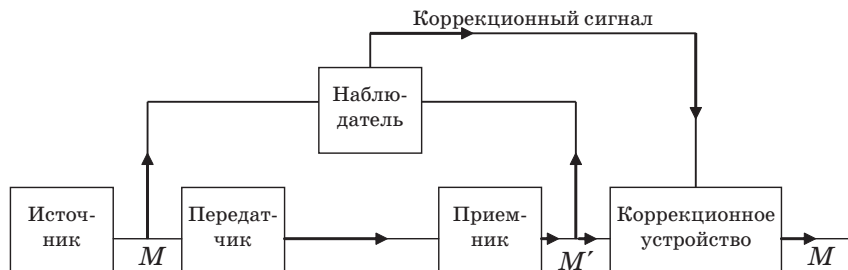


Рис. 2.3. Схема корректирующей системы

Для исправления ошибочного сообщения наблюдатель отправляет сигнал по дополнительному (корректиционному) каналу и, как доказал К. Шеннон (C. Shannon), «можно так закодировать данные коррекции, чтобы их можно было передавать по этому каналу и корректировать все ошибки, за исключением произвольно малой доли ϵ этих ошибок. Это невозможно, если пропускная способность корректиционного канала меньше чем $H_y(x)$ » [457, с. 278]. Или так: для того чтобы передать корректирующий сигнал с количеством информации $H_y(x)$, пропуск-

ная способность этого канала должна быть не меньше $H_y(x)$, а с величиной ошибки ϵ приходится мириться, так как нельзя добиться передачи полностью неискаженной информации.

В интерпретации У. Эшби (W. Ashby) эта теорема гласит: «Если канал коррекции обладает пропускной способностью H , то количество устраненной неопределенности может быть равно H , но не может быть большим» (выделено в тексте У. Эшби) [482, с. 337]. Несомненная заслуга У. Эшби (W. Ashby) состоит в том, что он увидел широкую сферу применения этого закона и распространил его действие на кибернетические системы. Смысл закона необходимого разнообразия для таких систем состоит в том, что разнообразие состояний управляемой подсистемы может обуздать только разнообразие управляющей подсистемы, а поскольку значительное увеличение множества ее состояний не всегда возможно и целесообразно, аналитики вынуждены решать задачу рационального выбора разнообразия этих состояний.

В развитие этого закона П.К. Анохин предложил свое толкование критерия отбора состояний системы. Действительно, по какому правилу сохраняются одни состояния системы и отвергаются другие? Ответ вполне предсказуем: упорядочивание системе придают лишь те избранные состояния ее, которые содействуют получению полезного результата, поскольку именно они и закрепляются в поведении системы (в интерпретации П.К. Анохина перед нами механизм освобождения компонентов системы от избыточных степеней свободы). В этом и состоит правило отбраковки множества потенциальных состояний системы.

Вместе с тем нельзя забывать и о том, что непомерное усложнение управляющей подсистемы, т.е. резервирование разнообразия ее состояний сверх требуемого, влечет за собой ухудшение оперативности и дополнительные затраты, которые могут оказаться напрасными. Бывает так, что сравнительно небольшой масштаб деятельности предприятия отягощается громоздкой и дорогостоящей структурой его управленческого аппарата. Поэтому разнообразие состояний управляющей подсистемы должно быть не только необходимым, но и достаточным для сохранения устойчивой работы производственных систем предприятия.

Информационная природа управления. В основе управления лежат информационные процессы, управляющих процедур — преобразование информации. Управление начинается с определения источника информации и ее получения

и завершается ее доведением до потребителя информации. В этом отношении управление предприятиями без обработки и передачи информации не имеет под собой какого-либо логического объяснения.

В самом деле, прогнозирование, планирование, учет, контроль, анализ и регулирование деятельности предприятия не реализуемы без процессов фиксации, передачи, обработки и хранения информации. Сведения о предпочтениях и платежеспособном спросе покупателей, ценах на потребляемые ресурсы, налогах, издержках, конкуренции и другие данные служат исходной информацией для разработки и принятия управленческих решений. Результат их выполнения в виде отчетной информации используется для оценки, анализа и регулирования работы производственных систем. Тем самым циркулирование информации по каналам связи является обязательным условием осуществления процесса управления предприятием. В этой связи правомерно управление рассматривать как преобразование исходной информации в выходную или «активный перевод с языка входных ситуаций на язык принятия решения» (Ю.М. Горский [109, с. 76]).

Объективность управления предприятием. Она вытекает из соответствия поступающей информации фактическому состоянию внешней и внутренней среды предприятия и служит предпосылкой принятия обоснованного решения. Очевидно, чем полнее и достовернее эта информация, тем выше возможности для разработки выверенного управленческого решения. Поэтому технология управления должна исключать факты искажения информации в процессе ее получения, передачи, обработки и хранения.

Ясно, что преднамеренность источника информации и помехи в каналах ее передачи (сокрытие или фальсификация данных, технические неисправности линий и аппаратуры и другие нарушения) вносят «шум» в информационный поток, вследствие чего направляемые сведения могут быть потеряны или испорчены. Например, ошибочная информация о действиях конкурентов может дезориентировать руководство предприятия, вызвать экономические потери и тем самым ослабить его устойчивость.

Вот почему с усилением влияния возмущений на процесс передачи информации заслуживает рассмотрения и проблема

защиты каналов коммуникаций от воздействия возникающих помех. По А.А. Харкевичу, способность системы противостоять вредному влиянию помех, обусловленная ее собственными свойствами, получила название помехоустойчивости [416].

Во избежание искажения передаваемой информации специалисты вынуждены допускать избыточность или дублирование ее, резервировать мощности технических средств связи, обрабатывать и хранить данные, вести параллельное (независимое друг от друга) извлечение и преобразование информации. Разумеется, эти меры сопровождаются дополнительными затратами, однако, они могут быть уместными для повышения помехоустойчивости поведения управляющей подсистемы предприятия. При этом надо помнить, что техническое усложнение оборудования нередко оборачивается снижением надежности его функционирования, а в теории связи повышение надежности ведет к увеличению объема сигнала и понижению эффективности.

Замкнутость контура управления предприятием. Эта закономерность предусматривает наличие как прямой, так и обратной связи между управляющей и управляемой подсистемами предприятия. В кибернетике эффективное поведение предполагает получение информации посредством процесса обратной связи, который сообщает о достижении цели. Каналы прямой связи служат для доведения предписывающей информации (плановых решений, указаний и т.п.), каналы обратной — сведений о их выполнении (отчеты). В результате образуется замкнутый контур управления, что позволяет проводить взаимный обмен информацией между подсистемами и сохранять устойчивость производственных систем.

Между тем о роли обратной связи знали и до появления кибернетики. Н.Н. Моисеев обращает внимание на то, что еще за 15 лет до Н. Винера (N. Wiener) основатель современной биокibernетики П.К. Анохин утверждал, что отрицательные обратные связи обеспечивают устойчивость организмов и создают у живых существ целеполагание: стремление к сохранению гомеостаза. По итогам анализа стадий развития подобных циклических систем П.К. Анохин пришел к выводу о том, что принципиальная схема циклических зависимостей, которые определяют получение системой полезного эффекта, сохранила свою форму со времени появления жизни на Земле до наших дней. Это обстоятельство стало основанием для утверждения о

том, что «всякая функциональная система, механическая или живая, созданная или развившаяся для получения полезного эффекта, непременно имеет циклический характер и не может существовать, если не получает обратной сигнализации о степени полезности произведенного эффекта» [20, с. 222–223].

В системах различной природы находят применение специально спроектированные для них методы стабилизации функционирования. Для подавления или ограничения отклонений (вибрации, «биений» и др.) в технических системах используют устройства, поглощающие их энергию. Запас устойчивости в системах может быть повышен при введении в ее структуру корректирующих средств, обеспечивающих демпфирование (затухание) возникающих в ней колебаний, способных нарушить устойчивость системы. Такие методы коррекции берут на себя отрицательные или положительные связи в контуре управления системой.

Рассматривая этот процесс с позиций теории автоматического регулирования, О. Ланге (O. Lange) приходит к мысли о том, что для устойчивости и целенаправленности протекаемого в управляемой подсистеме процесса необходимо, чтобы мощность регулятора была меньше обратного значения мощности управляемой системы для дискретного процесса, и аналогично пропускная способность регулятора должна быть меньше величины, обратной значению пропускной способности управляемой системы для непрерывного процесса [206].

Для пояснения этого условия и придания ему математического вида на рис. 2.4 изображена блочная схема системы регулирования, состоящая из управляемой подсистемы (производственной системы) S и управляющей подсистемы (регулятора) R , реализующих преобразование входного состояния x в выходное состояние y .

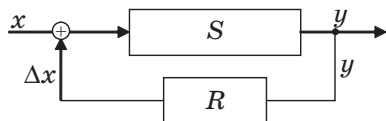


Рис. 2.4. Блочная схема системы регулирования

Для поддержания выходного состояния на заданном уровне требуется слежение за ним и, если наблюдается отклонение со-

стояния y от намеченного, проводить его корректировку. Для этого состояние y по цепи обратной связи поступает на вход регулятора R , вносящего поправку Δx в состояние x так, что в итоге на входе управляемой подсистемы S формируется суммарное состояние $x + \Delta x$, благодаря которому и удается ликвидировать рассогласование состояния y и его заданного уровня.

Несложные выкладки позволяют вывести зависимость состояния выхода y управляемой подсистемы S от состояния ее входа x :

$$y = \frac{S}{1 - SR} \cdot x, \quad (2.1)$$

получившей название основной формулы теории регулирования.

В принятых обозначениях приводимое О. Ланге (O. Lange) условие устойчивости процесса в управляемой подсистеме S математически записывается в виде неравенств:

- для дискретных систем в отношении мощности регулируемой системы S и мощности регулятора R :

$$|SR| < 1 \text{ или } |R| < \frac{1}{|S|};$$

- и для непрерывных систем в отношении пропускной способности регулируемой системы S и регулятора R :

$$SR < 1 \text{ или } R < \frac{1}{S}.$$

Такие регуляторы, назначением которых является сохранение устойчивости системы, получили название стабилизаторов.

Провести сравнение характеристик производственной системы и регулятора можно и в терминах концепции разнообразия их состояний. Необходимое разнообразие регулятора находится в прямой зависимости от разнообразия возмущений внешней среды и в обратной — от допустимого разнообразия самой производственной системы. Поэтому, чем сложнее окружение системы, тем более сложной должна быть и управляющая подсистема, но поскольку разнообразие ее состояний, вообще говоря, ограничено, разнообразие производственной системы должно быть достаточным для того, чтобы справиться с возрастающим разнообразием состояний внешней среды (Н.Я. Петраков [295]). В противном случае адаптационные

возможности производственной системы могут оказаться недостаточными для погашения негативного действия возмущений, что повлечет за собой ухудшение режима функционирования, вплоть до нарушения устойчивости системы.

Выше уже было замечено, что в общем случае применяют системы и с разомкнутой обратной связью, когда не предусматривается подача выходной информации на вход системы. При подобном варианте ее поведение подчиняется специальной программе (поэтому такой вид управления и назвали программным управлением), и поскольку сведения о реальной траектории движения системы не учитываются в процессе ее регулирования, для неустойчивых систем программное управление на длительных промежутках времени не применяют. Ведь помехи этому движению в данном случае могут не быть компенсированы, и тогда они станут причиной значительных отклонений от расчетной траектории системы. Негативную роль могут сыграть и неточности в задании начальных условий движения системы.

Поддержание информационной емкости каналов прямой и обратной связи. Эти каналы должны быть сбалансированы по объему и содержанию передаваемой информации: состав и количество предписываемой информации, направляемой по каналам прямой связи, определяет состав и количество фактической информации, которая поступает по цепи обратной связи. И, наоборот, специфика получения той или иной исходной информации задает ограничения по адекватности управленческого решения. Настоящая закономерность предъявляет требования к технологии управления, в частности, к режиму приема, передачи и обработки информации, квалификации управленческого персонала, пропускной способности каналов связи, мощности технических средств, параметрам его информационного и программного обеспечения.

Обычно в рамках принятой технологии управления руководящий орган предприятия регламентирует перечень показателей плана, периодичность их доведения до производственных систем и порядок предоставления отчетных данных. При этом состав плановых показателей должен обладать информационной полнотой и непротиворечивостью, т.е. содержать необходимые и достаточные сведения о работе производственных систем и быть увязанным как по показателям, так и по отдельным подразделе-

ниям и периодам времени. Иначе действия этих систем потеряют согласованность, а выход на желаемый уровень одних показателей заведомо приведет к невозможности выполнения других.

Словом, архитектура применяемых программных и технических средств должна удовлетворять критериям объема и скорости движения информации, обеспечивающих обоснованность и периодичность разработки управленческих решений.

Теперь коротко прокомментируем принципы осуществления управления предприятиями, которые с учетом рассмотренных выше закономерностей обуславливают методы проектирования и эксплуатации систем управления ими.

Принцип изоморфизма. Объективность управления достигается прежде всего тем, что в процессе его выполнения воспроизводится реальная деятельность предприятий и их подразделений. Для этого структура их управляющих подсистем должна быть сориентирована на структуры управляемых подсистем. Например, для управления производственными, снабженческо-сбытовыми, кадровыми, финансовыми и другими процессами на предприятии создаются службы технического директора, маркетинга, кадровая, финансовая и другие службы. В этом и проявляется свойство соответствия или изоморфизма (от греческих *isos* + *morphē*, т.е. равный по форме) управляющей и управляемой подсистем предприятия.

В продолжение этого для поиска эффективного решения информационное и алгоритмическое обеспечение управляющей подсистемы должно быть адекватным условиям среды и связям между ее процессами. В противном случае модельные расчеты обречены на запредельную погрешность и окажутся малопригодными (а то и вовсе бесполезными) в управлении деятельностью предприятия, ввиду чего, опуская в модели ряд второстепенных параметров или зависимостей, следует оценивать изменение точности рассчитываемых показателей. В общем, тождественность управляющей и управляемой подсистем поддерживается благодаря тому, что структура разрабатываемых математических моделей соответствует структуре параметрических зависимостей внешней и внутренней среды.

Между тем реализовать на практике абсолютно точное отображение в управляющей подсистеме структуры управляемой подсистемы не представляется возможным. Вследствие этого построенные управляющая подсистема и ее элементы

будут лишь приблизительно отвечать управляемой подсистеме и потому станут уже не изоморфными, а гомоморфными (сходными по форме).

Принцип гомеостазиса. Упомянутое выше понятие гомеостаза (от греческих *hómoios* подобный + *stásis* состояние) было введено в научный обиход американским физиологом У. Кенноном (W. Cannon) и относилось к деятельности прирожденных механизмов животных. Для них свойственно, во-первых, приспособление к своей цели, во-вторых, наличие цели — поддержание значений контролируемых переменных внутри некоторого приемлемого диапазона и, в-третьих, обусловленность поведения вегетативной нервной системы животного этими механизмами. Вот почему в биологии в гомеостазисе видят атрибут организма стабилизировать свои параметры в физиологически допустимых границах, тогда как в широком смысле гомеостаз — это способность системы к самосохранению, выживаемости в жестких условиях среды, благодаря чему и поддерживается равновесие системы со своим окружением. Причем гомеостатическое поведение могут иметь и технические системы, снабженные механизмами саморегуляции.

В словаре-справочнике «Математика и кибернетика в экономике» (отв. ред. Н.П. Федоренко) можно найти следующее определение: «Экономический гомеостаз — устойчивое и оптимальное (или равновесное) функционирование экономической системы в изменяющейся социальной среде» [241, с. 659]. Для обеспечения экономического гомеостаза необходимо иметь преобразователь внешних воздействий в состоянии системы, благодаря чему она «ощущает» окружение и реагирует на него. Примером гомеостатической экономической системы авторы словаря-справочника называют такую систему, целевая функция которой оптимизируется при всех фиксированных ограничениях. В силу этого значения функции ограничиваются некоторым диапазоном, отображающим условия среды экономической системы.

В этом отношении естественный интерес вызывают живые организмы, которые постоянно испытывают влияние внешней среды и вынуждены приспособлять к ней свое поведение. Известно, что, в отличие от технических систем, они не обладают защитной оболочкой и проникающие в организм возмущения вносят помехи в его работу. И для того чтобы противостоять

им, организм мобилизует механизм самокомпенсации помех и с его помощью борется с болезнью и стремится восстановить подорванный режим работы.

В свете медико-биологических воззрений гомеостаз основан на диалектическом единстве здоровья и болезни, что имеет глубокую историческую традицию, берущую начало от учений Гиппократ (Hippocrates), Авиценны (Avicenna), индо-тибетских и китайских врачей. Это единство находит выражение в самой жизни человека, воспалительная реакция которого отражает проявление эволюционно-видовой, гомеостатической программы. По мнению В.П. Казначеева, как только человек подвергается экстремальным воздействиям, включаются аварийные видовые программы, и организм превращается в элемент видового гомеостаза. В экстремальных условиях (перегрузка, травма, инфекция, интоксикация и др.) видовая аварийная программа проявляется в том, что существенно (иногда до возможного минимума) сокращается внешняя работа, а все резервы направляются на сохранение жизнеспособности, т.е. организм перестраивает свое поведение в максимально закрытом режиме [151].

По концепции Ю.М. Горского гомеостатическая система имеет сложную структуру и содержит внутреннее противоречие, которое служит резервом для компенсации внешних противоречий, вызванных действием больших возмущений [110]. При оптимальном построении гомеостата он стремится в соответствие с заданными целями поддерживать гомеостаз на выходе управляемого объекта, т.е. обеспечивать достижение целей при всех изменениях внешней и внутренней среды.

В представленной Ю.М. Горским блок-схеме основного контура гомеостата (рис. 2.5), выполняющим задачу поддержания постоянства $x_{st\Sigma} = y_\Sigma$, можно выделить звенья руководителя (P_3), исполнителей (P_1 и P_2) и управляемого объекта O . Между ними складываются следующие отношения: между исполнителями и управляемым объектом (R_1), между исполнителями (R_2), между руководителем и исполнителями (R_3). В симметричном гомеостате задание $x_{st\Sigma}$ распределяется пропорционально между P_1 и P_2 и корректируется R_3 . Причем, не допускается, чтобы конкуренция между P_1 и P_2 превращалась в конфликт и задания между ними x_{st1} и x_{st2} могут перераспределяться, если функция P_1 или P_2 начинает снижаться.

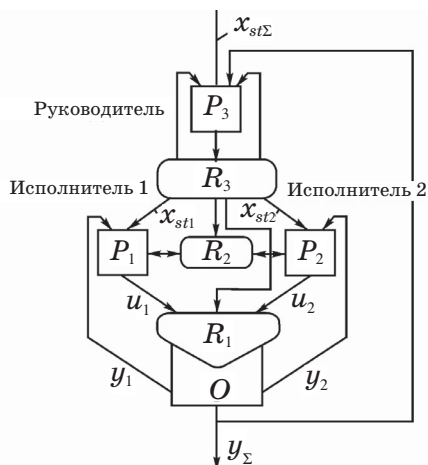


Рис. 2.5. Блок-схема основного контура гомеостата

При больших возмущениях на время переходного процесса задания между P_1 и P_2 меняются с тем, чтобы улучшить качество переходных процессов и тем самым осуществить оперативную адаптацию. У каждого исполнителя имеется свой выход u_1 или u_2 , который связывает его с управляемым объектом O .

На уровне R_1 возможны союзнические (эффекты складываются), конкурентные (эффекты вычитаются), партнерские (эффекты умножаются) и нейтральные отношения, на уровне R_2 возможны союзнические, конкурентные, партнерские, нейтральные и конфликтные отношения, на уровне R_3 могут быть нейтральные и дестабилизирующие отношения.

Гомеостатическая сеть способна изменять в зависимости от ситуации и времени некоторые из отношений R , например, может произойти переход какого-либо фрагмента сети с конкурентных отношений при нормальном функционировании на союзнические при опасных перегрузках, что придает сети адаптационные свойства. В целом подобная иерархическая гомеостатическая структура обладает такими необходимыми свойствами, как самосбалансированность, взаимная поддержка между подсистемами и «самопожертвование» достижением нижестоящих целей при исчерпании адаптационного ресурса.

Выдвинем гипотезу о том, что устойчивое положение промышленного предприятия содержит в себе предпосылку сбалансированности его входных и выходных ресурсных потоков.

Для ее достижения требуется поддержание производственной системы предприятия в достаточном «тонусе», обеспечивающем, с одной стороны, бесперебойность снабжения системы исходными ресурсами, а с другой стороны, — полную реализацию изготовленной продукции для финансирования ресурсных поставок предприятию и надлежащего выполнения им платежных обязательств (отчисления налогов, оплаты труда работников, возврата кредитов банка и др.). С позиций гомеостатики подобная сбалансированность потоков ресурсов может быть интерпретирована как результат заинтересованного и согласованного взаимодействия служб снабжения (P_1) и сбыта продукции (P_2) предприятия. При таком подходе между ними (уровень R_2) могут складываться отношения обоюдного понимания политики заказов поставок ресурсов и продаж (союзнические), индивидуализма (конкурентные), взаимопомощи и сотрудничества (партнерские), делового прагматизма (нейтральные) и противоборства (конфликтные) с точки зрения «видения» ими стратегии и тактики развития предприятия. На уровне R_1 можно допустить сходные отношения между исполнителями (P_1, P_2) и производственной системой (управляемым объектом O), когда между ними существуют отношения широкого спектра: от амбициозного и независимого поведения до консолидации и товарищеского содействия. В свою очередь, на уровне R_3 (руководитель — исполнитель) отношения могут быть проникнуты духом корпоративного этикета (нейтральные) или отягощены внутренним сопротивлением и «бунтарством» исполнителей (дестабилизирующие).

Несомненно, в условиях сильных внешних возмущений особую ценность для производственной деятельности представляют свойства гомеостатических систем самокомпенсации помех и предотвращения конфликта между исполнителями с переводом их отношений в союзнические и партнерские при жестком окружении предприятий.

Принцип «черного ящика». Из-за сложности структуры и поведения управляемых подсистем, остающихся неизвестными для исследователей, они условно представляют их «черными ящиками». Являясь непроницаемыми для анализа протекающих в них процессов, они допускают наблюдение и измерение параметров входа и выхода подсистемы. Обработывая комбинации входных и выходных величин, уаает-

ся приблизиться к разгадке связи между ними и тем самым формализовать ее для применения в системе поддержки принятия управленческих решений.

Конечно, полученная при этом информация приоткрывает «завесу секретности» над внутренней структурой изучаемой подсистемы, но все же страдает отсутствием полноты. Причиной этого служит громадное множество свойств подсистемы, скрытых от исследователя или ввиду их обилия не принимаемых во внимание.

К принципу «черного ящика» прибегают в тех случаях, когда не располагают информацией о процессах преобразования в подсистеме, либо извлечение подобной информации трудно выполнимо, либо требует непомерных затрат. К тому же проведение экспериментов с экономическими объектами может быть не только дорогостоящим, но и весьма рискованным по социальным последствиям.

Принцип внешнего дополнения. Поскольку даже самая совершенная математическая модель не способна учесть и нейтрализовать влияние всех неблагоприятных возмущений среды, в структуру управления вводится блок, корректирующий модельные решения, в зависимости от этих возмущений. Встраиваемый в структуру блок становится внешним дополнением ее, поскольку привносится в управляющую подсистему извне и добавляет ей «компенсатора» возникающих помех.

В обоснование этого принципа С. Бир (S. Beer) рассматривает взаимодействие окружающей среды и управляющего устройства (рис. 2.6).

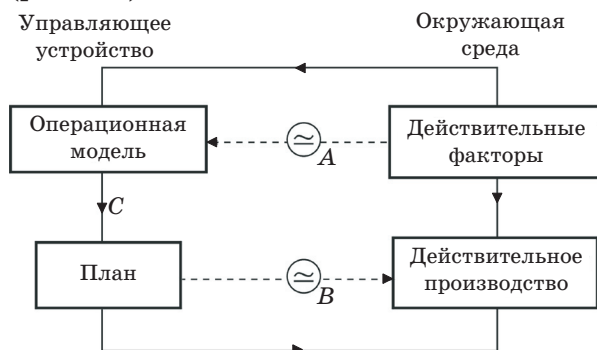


Рис. 2.6. Взаимодействие окружающей среды и управляющего устройства в реальном производственном процессе

На этой схеме действительные факторы окружающей среды оказывают влияние на действительное производство и конструируемую операционную модель, которая посредством сформированного плана также воздействует на производство (сплошные стрелки). Вместе с тем складывается приближенное соответствие между факторами и моделью (обозначено пунктирной стрелкой с буквой A), с одной стороны, а также между планом и производством (обозначено пунктирной стрелкой с буквой B), с другой [49].

Такая ситуация представляется вполне устойчивой, поскольку через цепь обратной связи выполняется подстройка модели к возмущениям среды, в результате чего будет скорректирован и модельный план производства. Положение меняется, если в план будет внесена поправка, не предусмотренная решением операционной модели, что ведет к рассогласованию между моделью и планом и нарушению устойчивости управляющего устройства. В этом случае сказывается ограниченность модели, лишь приближенно отражающей действительные факторы и потому лишенной возможности реагировать на обильное множество возмущений.

По выражению специалистов, язык управляющего устройства страдает «неполнотой», преодоление которой требует включения в цепь между операционной моделью и планом блока «черного ящика», генерирующего недостающую информацию, в зависимости от степени коррелированности r связей A и B (рис. 2.7).

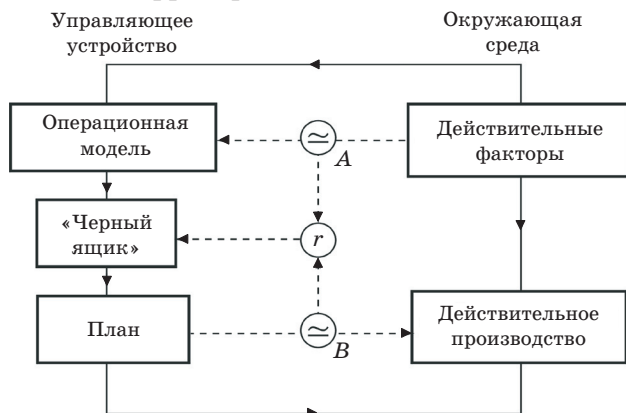


Рис. 2.7. Взаимодействие окружающей среды и управляющего устройства в рамках реализации принципа внешнего дополнения

Последнее немаловажно, поскольку отсутствие такого соответствия связей и создает аномальную ситуацию, следствием которой становится нарушение устойчивости управляющего устройства. Вместе с тем «черный ящик», хотя и встроено в контур этого устройства, на самом деле находится за его пределами, так как должен оперировать языком более высокого уровня, чем язык управляющего устройства. Поэтому С. Бир (S. Beer) назвал предложенный им принцип принципом внешнего дополнения.

Кстати, этот принцип легко иллюстрируется распространенным приемом в работе руководителей предприятий. После того, как модельные расчеты плана предлагаются им, они вносят в него поправки сообразно своим представлениям о возможных в будущем изменениях среды: политике закупок, продаж, конкурентной борьбы, которые ввиду плохой формализуемости, чаще всего не учитываются моделями планирования производства и продиктованы субъективными ощущениями руководителей.

Наконец, ряд принципов регламентирует характер осуществления управленческих процессов на предприятии, имея в виду влияние на них внутренних возмущений, которые могут ухудшить организацию управления предприятием [174].

В частности, **принцип непрерывности** требует, чтобы процесс управления протекал без пауз и перерывов, которые могут нарушить информационное взаимодействие управляемой и управляющей подсистем предприятия и привести к рассогласованию режимов их работы. В этом случае принимаемые решения будут уже не соответствовать текущему состоянию управляемой подсистемы, и тогда процессы в ней могут развиваться непредсказуемым образом и ослабить устойчивость ее поведения.

В дополнение к предыдущему **принцип ритмичности** предусматривает определенный режим работы управляющей подсистемы предприятия. Он включает поддержание периодичности выполнения всех функций управления — прогнозирования, планирования, учета, контроля, анализа и регулирования деятельности предприятия. Установление постоянного ритма управленческих процессов придает им цикличность, упорядочивает деятельность предприятия в целом и сводит к минимуму хаос в ней.

Одним из способов сокращения длительности процессов управления является их «распараллеливание», т.е. разложе-

ние на составные процессы и там, где возможно, выполнение их одновременно. Тем самым, применяя на практике **принцип параллельности**, удастся добиться того, чтобы общая продолжительность этих процессов стала меньше, чем прежде.

Принцип прямоточности предполагает направленное движение информации непосредственно ее потребителю, минуя промежуточные звенья и каналы. В результате информация перемещается по кратчайшему пути и находит своего пользователя без задержек. К тому же с сокращением излишних пунктов прохождения информации снижается риск ее искажения.

В ходе управления каждое последующее решение вытекает из предыдущего, несет на себе отпечаток его содержания и результата реализации, в чем проявляет себя **принцип преемственности**. Аналогичная зависимость имеет место и в пространственном аспекте: принимаемое руководителем то или иное решение диктуется «местной ситуацией» в его подразделении, предысторией сложившегося положения в нем. Отсюда для управленческих решений характерно и свойство преемственности, что выражается в органической связи их друг с другом во времени и в пространстве.

2.4. Факторы и критерии эффективности управления предприятием

В завершение обсуждения уместно поставить вопрос о том, насколько успешно осуществляется управление предприятием и обеспечивается устойчивость поведения его производственных систем. Логично признать: чем с меньшими ресурсными затратами они достигают своих целей, тем выше эффективность управления ими. Наряду с этим, свидетельством рационального управления предприятием является характер протекания в производственных системах переходных процессов, зависящих от начальных условий систем и действующих на них возмущений: скорость затухания этих процессов и сходимости к намеченному режиму функционирования служит показателем компетентности управления предприятием. Но от чего зависит результативность управления предприятием? Прокомментируем ключевые факторы, которые влияют на эффективность управленческой деятельности.

Обоснованность критериев управления. Под критериями управления подразумеваются показатели, по которым оценивается управленческая работа на предприятии. Они выступают мерилom эффективности управления, и потому их отбор и аргументация проводятся с особой тщательностью. Обычно ими становятся финансово-экономические показатели деятельности предприятия. В последнем случае необходимо учитывать то обстоятельство, что эти показатели складываются под влиянием и привходящих (независящих от предприятия) факторов, таких, как конъюнктура цен, налоговые ставки, уровень инфляции, валютный курс рубля, таможенные пошлины и др.

Критериями управления часто выбирают итоговые показатели функционирования предприятия: величину выручки от реализации продукции, затрат, прибыли, рентабельности и др., поскольку они имеют обобщающее значение и тем самым обуславливают финансовое положение предприятия. Затруднение, которое подстерегает оперирование этими показателями, связано с тем, что для ряда производственных систем нормативы эффективности в значительной степени субъективны. Речь прежде всего идет о сфере услуг, в которой сервисная деятельность индивидуализируется по отношению к клиенту и качество оказанной услуги предопределяется его вкусом и ощущениями. И поскольку экономические показатели отражают не только работу самого предприятия, но и действие внешних факторов, находят применение и частные показатели, характеризующие уровень управленческой деятельности персонала (коэффициенты гибкости и оперативности аппарата управления, надежность системы управления предприятием и др.).

В теории автоматического управления для определения качества управления вводят величину, сообщающую о затратах ресурсов на выполнение процесса управления, — интенсивность управления. Тогда общая задача об оптимальном управлении при минимальной его интенсивности формулируется следующим образом: при заданных уравнении движения, отрезке времени, начальном и конечном состояниях системы среди возможных управлений найти такое, которое переводит систему из начального в конечное состояние и имеет минимальную возможную интенсивность (Н.Н. Красовский [196, с. 34–35]). Удовлетворяющее этим требованиям управление и будет квалифицировано как оптимальное.

Полнота и достоверность информации. Эффективность управления может страдать как от недостатка и искажения исходной информации, так и от чрезмерного объема ее, вследствие чего могут возникать перегрузки в каналах передачи, обработки, хранения информации и связанные с этим дополнительные затраты. Причиной неполноты информации могут являться неточности в измерении фиксируемых данных и объективно присущая экономическим процессам неопределенность эволюции в будущем. В первом случае закладываются ошибки в расчетах, что в силу нелинейных зависимостей в экономике может обернуться высокой погрешностью искомых решений и даже потерей устойчивости поведения производственных систем, во втором случае — повышенным риском выбора неадекватных решений из-за принятия ложной гипотезы относительно тех факторов, которые возобладают в обозреваемом горизонте.

В доказательство тезиса о неполноте информации приведем оценки А.А. Первозванского по результатам анализа процесса планирования объема реализации продукции при неопределенности спроса на нее. В описанном им примере повышение точности прогнозирования спроса продукции на 25% дает повышение средней прибыли на 1% [293, с. 168]. Автор справедливо замечает, что необходимые для этого дополнительные вложения могут быть гораздо эффективнее, чем те же вложения, направленные непосредственно на снижение себестоимости продукции.

Нельзя забывать и о том, что информационные системы подвержены старению и износу, что может иметь самые негативные последствия для эффективности работы производственных систем. Критически важное значение эта проблема приобретает в условиях компьютеризированного управления и образования глобальных вычислительных сетей. «Со временем и с изменением внешних условий некогда эффективная система связи морально устаревает, что приводит либо к банкротству фирмы, либо к коренной ее реорганизации. Поэтому эффективность производства зависит от того, располагает ли фирма источниками оперативной информации, — обращал внимание еще в 1973 г. К. Эрроу (К. Arrow). — Чем их больше, тем быстрее предприятие реагирует на изменение внешних обстоятельств. Если фирма имеет мало информации, то ее шансы завоевать рынок очень невелики, как отмечал еще А. Харт» [477, с. 104–105].

Между тем распределение информации в производственных системах довольно неравномерно, что приводит к информационной асимметрии и служит причиной отрицательных эффектов, ввиду чего ухудшается «прозрачность» окружения систем и условия разработки управленческих решений. «Принимающие решения люди рациональны настолько, насколько их ограниченные способности к анализу и неполная информация позволяют им быть таковыми», — утверждает Г. Саймон (H. Simon) [343, с. 30–31].

Качество моделей управления. Алгоритм управления (сложность, метод поиска решения, точность вычислений и т.п.) и программно-техническое обеспечение его (быстродействие, объем памяти, надежность, сервис) накладывают ограничения на эффективность управления предприятием. Выбор алгоритма должен быть подчинен задаче получения решения с ожидаемой результативностью при допустимой стоимости его разработки. С точки зрения эффективности деятельности предприятия, не оправдано применение и слишком упрощенной модели управления, огрубляющей расчет и потому обесценивающей искомое решение, и непомерно сложной модели, выгодность использования которой уступает затратам на ее разработку и эксплуатацию.

Распространенные в настоящее время критерии эффективности управления подразделяются на четыре группы [48]:

- критерии точности, которые оперируют с величиной ошибки, равной разности между запланированным и фактическим значением управляемой величины;
- критерии запаса устойчивости, определяющие, насколько состояние системы находится далеко от границы устойчивости;
- быстродействие систем управления, т.е. быстрота реагирования ее на задающие и управляющие воздействия;
- комплексные критерии, обобщающие в себе вышеназванные критерии.

Степень отклонения траектории движения системы отражает показатель ее точности: если влияние на систему достаточно малых по сравнению с управляющим воздействием возмущений приводит к незначительному отклонению траектории ее движения, система обладает точностью. В ином случае, когда малые возмущения порождают резкие изменения

траектории системы, говорят, что система потеряла точность управляющего (задающего) воздействия.

Запас устойчивости и быстродействие системы можно оценить по кривой переходного процесса в системе. Запас устойчивости рассчитывается в зависимости от максимального и установившегося значений управляемой величины, а быстродействие — по длительности переходного процесса. В теории автоматического управления предельные значения этих характеристик принимаются на основании опыта эксплуатации систем.

Кроме того в экономической кибернетике по диапазону изменения показателя качества управления судят о степени управляемости системой. Чем шире диапазон показателя, который контролируется управляющей подсистемой, тем выше ее способность погашать возникающие помехи, а стало быть, и управляемость производственной системой. Мера управляемости системы по критерию качества управления определяется как разность между максимальным и минимальным значением этого критерия. Если эта разность достаточно велика, система более вариативна в отношении способов реализации управляющих воздействий, и, наоборот, сужение этого диапазона свидетельствует об ограниченности возможностей управленческих решений влиять на динамику производственной системы.

К упомянутым измерителям примыкают показатели надежности системы управления. В применении к системам надежность означает ее способность сохранять качество при определенных условиях эксплуатации, при этом качество соотносится со степенью пригодности системы для использования по назначению. В этом смысле под надежностью системы понимают стабильность эффективности с учетом надежности частей, составляющих систему. Обычно, чем надежнее система, тем выше ее себестоимость, и наоборот. Однако экономическая эффективность применения более надежной, но и дорогой системы управления может быть выше, чем у менее надежной и потому сравнительно дешевой системы. Как видим, надежность систем необходимо рассматривать в увязке с достигаемой при этом экономической выгодой.

В отличие от технических приложений, использование этих показателей в экономике наталкивается на трудности оцени-

вания последствий нарушения надежности работы производственных систем. Ведь выход их из строя в одном случае может быть локализован и не причинить большого ущерба, тогда как в другом случае он может иметь роковое значение для деятельности предприятия. Тем самым квалификация отказа производственной системы имеет прямое отношение к измерителям эффективности и устойчивости работы предприятия. Показателями надежности, как правило, называют безотказность, долговечность, ремонтпригодность, частоту сбоев.

Сохранение надежного функционирования предприятия предполагает резервирование его ресурсов, что достаточно проблематично, если иметь в виду дополнительные затраты на создание и поддержание их запаса. Целесообразность наличия резервов и противоречивость их экономических последствий подметили, в частности, Р.М. Петухов и Е.С. Лазуткин: «Устойчивость или надежность функционирования производственной системы может обеспечиваться за счет резервирования ресурсов. Этот путь правомерен и необходим, но имеет свои ограничения, накладываемые требованиями экономики. Слишком большие резервы неизбежно приведут к ухудшению экономических показателей производства» [301, с. 48].

Вместе с тем необходимо иметь в виду, что резервирование служит способом компенсации возникающих перебоев лишь для складываемых ресурсов, которые допускают их накопление и использование в будущем: сырья, материалов, деталей, комплектующих, готовых изделий, денежных средств и др. Поэтому сложнее поддерживать устойчивость тех видов деятельности, которые, в силу своего своеобразия, не могут вовлекать в процесс производства и продажи запасы складываемых ресурсов и потому характеризуются повышенным риском дестабилизации экономического положения. Такой спецификой часто отличается сервисная деятельность, при которой оказываемые услуги не могут храниться, поскольку неотделимы от клиента, и их совершение и потребление происходят совместно, одновременно (например, в больнице, парикмахерской, консалтинговой фирме).

Для обеспечения приемлемого качества управления проектируют самонастраивающиеся системы, выполняющие свои функции при изменении свойств объекта управления и испытываемых ими возмущений. Получают развитие также

и самоорганизующиеся системы, в которых образуются устойчивые отрицательные и положительные связи, благодаря чему осуществляется приспособление к внешней среде и накапливается опыт успешного управления.

Технология управления. Объем циркулирующей информации, пропускная способность каналов ее передачи, длительность цикла управления, ритмичность выработки управленческих решений оказывают влияние на эффективность управления предприятием. Слишком короткий цикл управления (частые указания, приказы) может привести к принятию скоропалительных решений и «задерживает» управляемую подсистему предприятия, а большой цикл управления — к запаздыванию в разработке не терпящих отлагательства решений и даже выходу предприятия из-под контроля.

В самом деле, частота управленческих решений должна быть синхронизирована с ритмом процесса изготовления продукции или оказания услуг. При относительно мерном течении этого процесса решения могут доводиться до исполнителей реже, а при нестабильном режиме — чаще, чем обычно. В случае задержки с принятием оперативных решений может нарастать хаос в деятельности предприятия, и, если не удастся его «укротить», функционирование предприятия приобретет неуправляемый характер. Подобные явления возникают в ходе кризисного развития предприятия, когда инерция негативных процессов (хронический дефицит ресурсов, постоянные срывы в работе, рост задолженности по оплате труда и т.п.) набирает силу и парализует всю структуру и поведение предприятия.

Вновь сошлемся на математические выкладки А.А. Первозванского, которые позволяют дать фактору скорости передачи информации стоимостную оценку. Анализ изменения функции минимальных затрат подтверждает, что увеличение запаздывания в передаче управляющей информации ухудшает качество работы системы снабжения, так как приводит к росту затрат при заданной гарантии удовлетворения спроса [293, с. 339]. По оценке В.С. Кабакова, более 90% всех простоев оборудования на предприятиях серийного машиностроения связано с несвоевременностью поступления необходимой информации [198, с. 58].

Для улучшения прозрачности информационной среды и снижения уровня риска приходится мириться с избыточностью информации, что позволяет не только восполнить дефицит

сведений и предупредить экспансию хаотических процессов в производственных системах, но и повысить вероятность достижения намеченных показателей их деятельности. Поэтому информационная технология управления должна располагать возможностями приема, хранения и обработки дополнительных объемов данных. Такой резерв информационного ресурса проектируется с учетом избыточности по уровню исходного риска, диапазону его компенсации и скорости обработки информации (Р.М. Качалов [159]).

Настоящие факторы тесно взаимодействуют и обуславливают друг друга, выражая комплексность и системность управления предприятием. Например, состав и объем исходной и точность выходной информации влияют на выбор модели управления, которая, в свою очередь, зависит и от длительности цикла управления. Ритмичность выработки решений задает требования к модели управления и пропускной способности каналов передачи, параметрам обработки и хранения информации.

Оставим на время обсуждение парадигм теории управления и сосредоточим внимание на содержании ключевого для нас понятия устойчивости движения динамической системы, причем есть смысл провести разбор сущности и свойств явления устойчивости под углом зрения естественно-научных представлений, а затем и экономических приложений.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СУЩНОСТИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО ПОНЯТИЯ УСТОЙЧИВОСТИ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

3.1. Содержание и коренные черты атрибута устойчивости динамических систем

Понятие устойчивости, порожденное закономерностями движения механических систем, давно переросло рамки физических воззрений и стало общенаучной категорией. Ныне сфера приложения этого понятия поистине безгранична, как необозримы системные образования и многогранно проявление их атрибутов. Исследование устойчивости систем имеет богатую историю, но до сих пор в этом познавательном процессе не сняты теоретико-методологические и инструментальные проблемы, в преодолении которых принимают деятельное участие физики, математики, кибернетики, биологи, экономисты, философы и их коллеги других отраслей науки.

«Слово «устойчивость» часто встречается в работах по природным и техническим системам, но не всегда употребляется точно. Беллман характеризует его как «слово с большой перегрузкой и неустоявшимся определением», — предваряет замечанием У. Эшби (W. Ashby) обсуждение устойчивости в своей монографии, ставшей хрестоматийной в литературном фонде по кибернетике [480, с. 109]. А.А. Воронов приводит мнение Ж. Ла-Салля (J. La Salle) и С. Левшеца (S. Lefschetz) о том, что «термин «устойчивость» настолько выразителен, что он сам за себя говорит». Автор продолжает, что «неточности и нелогичности можно встретить как раз не в математических, а смысловых понятиях и терминах» [88, с. 87]. Аналогичную точку зрения об устойчивости высказывают А.А. Фельдбаум и А.Г. Бутковский, добавляя, что «точное определение устойчивости неэлементарно» [404, с. 112]. Об этом упоминает А.А. Красовский в справочнике по теории автоматического управления: «В настоящее время число понятий устойчивости настолько велико, что этот термин справедливо считается перегруженным» [195, с. 89]. Сошлемся и на математическую

энциклопедию, согласно которой «устойчивость — термин, не имеющий четко определенного содержания» [242, стб. 560].

И все же для корректного понимания устойчивости предпримем попытку осмыслить содержание этой категории, опираясь на произведения авторитетных отечественных и зарубежных ученых, чье творчество было обращено к постижению этого удивительного свойства систем. А его изучением занимались исследователи редкостного таланта и интеллекта: лорд У. Кельвин (W. Kelvin), Ж. Лагранж (J. Lagrange), А.М. Ляпунов, Н.Е. Жуковский, А. Пуанкаре (H. Poincaré), С. Пуассон (S. Poisson), Л. Эйлер (L. Euler) и их последователи А.А. Андронов, Н.Н. Красовский, А.М. Летов, Н.Г. Четаев и др.

Мы знаем, что в соответствии с законом инерции Г. Галилея (G. Galilei), всякое тело сохраняет свое состояние покоя или равномерного движения, пока приложенные к нему силы не вынудят тело изменить свое поведение. Состояние покоя означает, что все точки тела остаются неподвижными по отношению к некоторой системе отсчета. Изучая состояние равновесия или движения тела, возникает вопрос: при каких условиях равновесие и движение тела сохраняются, а когда происходит их нарушение?

Наблюдения показывали, что в механических системах движения вблизи состояния равновесия обнаруживали стремление к возвращению к нему, как, например, в знакомом случае с маятником, совершающим под действием силы тяжести колебания вокруг оси подвеса. «При всяком колебании около положения равновесия на тело действует сила, «желающая» возвратить тело в положение равновесия, — констатировали Л.Д. Ландау и А.И. Китайгородский. — Когда точка удаляется от положения равновесия, сила замедляет движение, когда точка приближается к этому положению, сила ускоряет движение» [208, с. 117]. Авторы замечают, что при наличии трения колебания постепенно затухают, и отклоненный в очень вязкой среде маятник может без колебаний вернуться в положение равновесия.

Равновесие механической системы подразумевает достижение сбалансированности всех действующих на нее сил, причем эти силы могут быть приложены к системе не только в состоянии покоя, но и при ее движении. Обобщая идеи Я. Германа (J. Hermann) и Л. Эйлера (L. Euler) о колебаниях тел, Ж. Лаг-

ранж (J. Lagrange) полагал, что равновесие есть результат уничтожения нескольких сил, которые борются и взаимно сводят на нет действие, производимое ими друг на друга. Рассуждая о принципах динамики, он писал: «В самом деле, если мы представим себе, что каждому телу мы сообщаем в противоположном направлении то движение, которое оно должно получить, то ясно, что система будет приведена в положение покоя... таким образом, должно существовать равновесие... между силами, которые способны их вызвать» [205, с. 313].

Востребованное из естествознания, понятие равновесия вошло в современный обиход без существенных изменений своего содержания и применяется в экономике в исконном смысле. Но равновесное состояние отнюдь не означает, что система пребывает в абсолютном покое и не испытывает малейших изменений. *Уже в механике исходили из того, что находящееся в равновесии твердое тело на самом деле может подвергаться незначительным деформациям, и ими пренебрегали, считая тело недеформируемым. Помехой намеченному движению могут быть и начальные условия, т.е. положение и скорости точек системы в момент начала движения, в силу влияния которых последующее движение может принять иную траекторию.* И поскольку понятие устойчивости имело механистический оттенок, то оно относилось к собственному движению системы, на которое оказывали влияние начальные условия и свойства самой системы. Поэтому внешние воздействия на нее оставались без внимания и системы рассматривались изолированными.

Вообще говоря, если известны приложенные силы и начальные условия системы, то теоретически можно определить траекторию ее движения, которое носит расчетный характер и именуется *невозмущенным*. Подобных движений у системы может быть множество. Вместе с тем в реальности в динамику системы вмешиваются возмущающие факторы, которые отклоняют ее траекторию от расчетной, и движение системы становится *возмущенным*. Источником возмущений могут быть как непредвиденные помехи движению, так и ошибки измерения начальных условий, которые тоже препятствуют движению по ожидаемой траектории.

Но не всякое состояние равновесия обладает свойством самовосстановления после того, как система утратила его, при-

дя в движение. Подобное *состояние равновесия*, которое тело вновь обретает после действия возмущающей силы, получило название *устойчивого*, в отличие от *неустойчивого равновесия*, которое система покидает без последующего возвращения к нему.

Такое понимание свойства устойчивого равновесия согласуется с нашим обыденным опытом и вполне пригодно для применения в областях знаний, не связанных с углубленным изучением динамики систем. Однако там, где их эволюция становится в центре внимания аналитиков, настоящее определение не может быть признано исчерпывающим: оно неизбежно должно содержать условия и границы инвариантного поведения системы. Поэтому читатель, обратившись, например, к классической «Аналитической механике» Ж. Лагранжа (J. Lagrange), откроет для себя более строгое толкование устойчивого равновесия в том смысле, «что если сначала система находилась в состоянии равновесия, а затем была немного из него выведена, то она сама собою стремится вернуться к этому состоянию, совершая около него бесконечно малые колебания» [205, с. 97]. Более «динамическое» определение устойчивого равновесия принадлежит П. Дирихле (P. Dirichlet): оно «значит, что если точки системы бесконечно мало сместить из их положения равновесия и каждой из них сообщить необходимую начальную скорость, то в течение всего движения смещения различных точек системы по отношению к положению равновесия всегда будут находиться между некоторыми определенными и очень малыми пределами» [213, с. 537].

Примечательностью устойчивого равновесия стало проявление экстремальных свойств потенциальной энергии для консервативной системы — системы, в которой выполняется закон сохранения механической энергии. Вернее, теорема Ж. Лагранжа (J. Lagrange) — П. Дирихле (P. Dirichlet) гласит: равновесие устойчиво, если в этом состоянии потенциальная энергия консервативной системы минимальна. Наглядную иллюстрацию этому свойству дает принцип Э. Торричелли (E. Torricelli), по которому в системе тяжелых тел, находящихся в равновесии, центр масс занимает относительно наиболее низкое из всех возможных положений.

Предложена и иная интерпретация. *Равновесие материальной системы устойчиво, если в этом положении функция*

сил достигает максимума. А.М. Ляпунов доказал: если это условие не выполняется, то эти положения часто характеризуются как неустойчивые. Подобное свойство устойчивого равновесия побуждало найти ему аргументацию и в экономических системах, но об этом чуть позже.

Во времена А. Пуанкаре (H. Poincaré) исследование устойчивости проводилось по упрощенной схеме, результатом применения которой было придание сложному уравнению движения системы линейного вида, для чего члены уравнения выше первого измерения отбрасывались. Такой прием вызвал обоснованные возражения А.М. Ляпунова, считавшего, что законность такого упрощения ничем не оправдана. И на то были причины: анализ полученного таким приемом линеаризованного уравнения говорил об устойчивости движения, тогда как в действительности оно порой оказывалось неустойчивым. В жизни мы встречаем больше нелинейных процессов, чем линейных в чистом виде.

Поставленная А.М. Ляпуновым задача состояла в том, чтобы узнать, можно ли начальные значения функций, «не делая их нулями, выбирать настолько численно малыми, чтобы все время, следующее за начальным моментом, функции эти оставались численно меньшими некоторых заранее заданных, отличных от нуля, но сколь угодно малых пределов» [226, с. 6]. Итогом его неутомимых изысканий стала разработанная к 1892 г. стройная и логически безупречная теория, возвестившая о новой эпохе в исследовании устойчивости систем и носящая по праву имя ее создателя А.М. Ляпунова.

Предложенная им основная идея устойчивости достаточно проста и выражает инерционность поведения системы: ее возмущенное движение должно быть близким к невозмущенному движению. *Для движения, описываемого дифференциальными уравнениями, устойчивость означает, что малому возмущению начальных условий соответствует решение, мало отличающееся от исходного решения для сколь угодно больших значений параметра времени.* Тем самым, если слабое возмущение движения системы не уводит ее траекторию за заданные границы, можно констатировать устойчивое движение системы.

В переводе на математический язык такое определение устойчивости формализуется с помощью указываемых облас-

тей — допустимых начальных условий (возмущений) и допустимых отклонений траектории (функции). По А.М. Ляпунову, *невозмущенное движение устойчиво, если модуль разности значений функций, выражающих возмущенное и невозмущенное движение, с течением времени меньше произвольно заданной положительной величины при условии, что модули величин возмущений не превышают выбираемых положительных чисел.* При этом речь идет не об устойчивости системы как таковой, а об устойчивости лишь ее невозмущенного движения. Оно имеет привязку к назначенным начальным условиям и потому зависит от аналитика.

Между тем, поскольку невозмущенное движение является расчетным и в известном смысле «идеальным», оно играет особую роль в исследовании динамики систем. Относительно его судят о способности системы выдерживать перегрузки и сохранять устойчивость своего поведения. Частными случаями невозмущенного движения принимают равновесное состояние, при котором траектория движения системы вырождается в точку, и установившийся режим автоколебаний. Отсюда, *в общем случае свойство устойчивости может быть распространено не только на равновесные, но и неравновесные процессы в системах.* Это обстоятельство весьма существенно, поскольку исторически и логически устойчивость рассматривается по отношению к равновесию, тогда как об устойчивости неравновесного поведения системы стали говорить преимущественно в связи с феноменами термодинамики и статистической физики.

В более строгом математическом изложении определение устойчивости по А.М. Ляпунову можно сформулировать следующим образом: обозначим невозмущенное движение (решение) системы $z(t)$, а возмущенное движение — $x(t)$. Тогда невозмущенное движение $z(t)$ называется *устойчивым по А.М. Ляпунову*, если для всякого $\varepsilon > 0$ можно указать $\delta(\varepsilon, t_0) > 0$ такое, что из неравенства $|x(t_0) - z_0(t_0)| < \delta(\varepsilon, t_0)$ вытекает неравенство $|x(t) - z(t)| < \varepsilon$ при $t \geq t_0$.

Для иллюстрации устойчивости на рис. 3.1 изображена трубка траекторий в окрестности невозмущенного движения $z(t)$, а также область начальных условий с радиусом δ [124, с. 71].

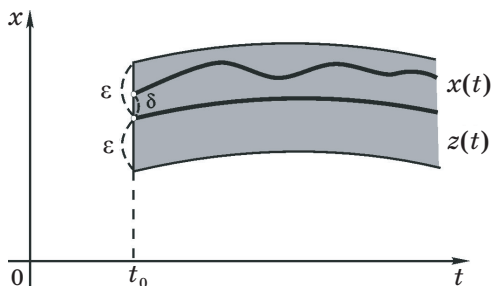


Рис. 3.1. Устойчивость изменяющейся во времени величины $z(t)$

Устойчивость по А.М. Ляпунову означает, что как бы ни была узка трубка вдоль траектории невозмущенного движения, возмущенное движение, начавшееся в δ -окрестности, равной или меньшей ϵ -окрестности заданной начальной точки, будет оставаться в указанной ϵ -трубке.

Еще раз подчеркнем, что *определение устойчивости подразумевает выполнение двух видов ограничений: с одной стороны, ограничивается совокупность начальных возмущений, а с другой стороны, ограничивается реакция на них движений системы*. Во всех случаях, когда эти ограничения соблюдаются, говорят, что возмущенное движение системы сходится к невозмущенному.

Возмущенное движение может сходиться к невозмущенному в обычном смысле с выполнением двух упомянутых ограничений, а может протекать в «усиленном» режиме — асимптотически, когда возмущенное движение не только ограничено областью допустимых отклонений, но разность между возмущенным и невозмущенным движением становится все меньше и меньше и в пределе уменьшается до нуля. Во втором случае имеет место *асимптотическая устойчивость* невозмущенного движения. Иначе говоря, *обладающая свойством асимптотической устойчивости система после действия возмущений восстанавливает свой процесс в том виде, каким он был бы в отсутствие этих возмущений*.

Наглядными примерами асимптотической устойчивости траектории, которая не только остается в сколь угодно малой трубке вдоль невозмущенной траектории, но и стремится с течением времени к невозмущенному состоянию, могут служить иллюстрации на рис. 3.2 и рис. 3.3 [27, с. 13].

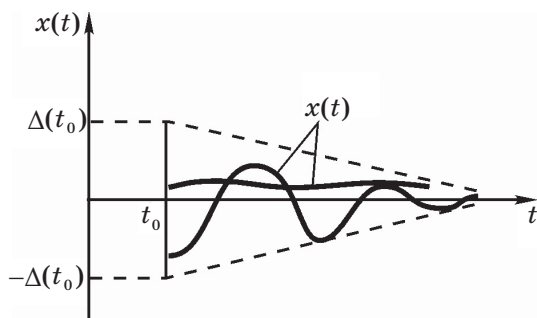


Рис. 3.2. Асимптотическая устойчивость нулевого решения

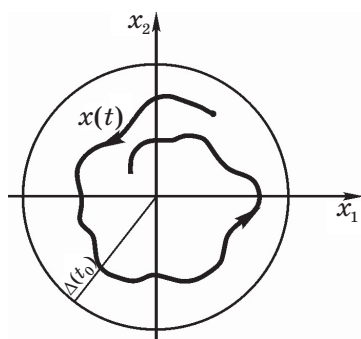


Рис. 3.3. Фазовый портрет асимптотически устойчивой траектории

На первом из них ограниченная интервалом $\pm\Delta(t_0)$ волнообразная траектория выпрямляется и по прошествии времени сливается с невозмущенным (нулевым) решением $x(t)$ (рис. 3.2), а на втором траектория $x(t)$ направлена к началу координат и с каждым витком приближается к нему (рис. 3.3).

Таким образом, сравнивая устойчивость по А.М. Ляпунову и асимптотическую устойчивость, правомерно заключить, что обеспечение асимптотической устойчивости системы является более жестким, поскольку дополнительно вводится требование возвращения к невозмущенному движению. Для констатации неустойчивости невозмущенного движения достаточно иметь хотя бы одну траекторию, которая при сколь угодно малых возмущениях выходит за границы области допустимых отклонений ϵ -окрестности [124, с. 72] (рис. 3.4).

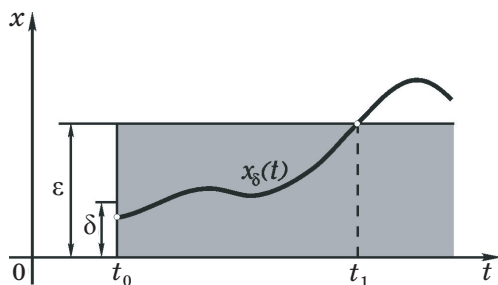


Рис. 3.4. Неустойчивость изменяющейся во времени величины $x_\delta(t)$

На рис. 3.4 видно, что в момент времени t_1 траектория (решение) $x_\delta(t)$ пересекает ε -трубку и «выпрыгивает» из нее, что указывает на неустойчивость невозмущенного движения.

Аналогично и потерю устойчивости фазовой траектории можно узнать по линии ее поведения, которая не ограничивается пределом допустимых отклонений ε и в конце концов оказывается вне его [27, с. 11] (рис. 3.5).

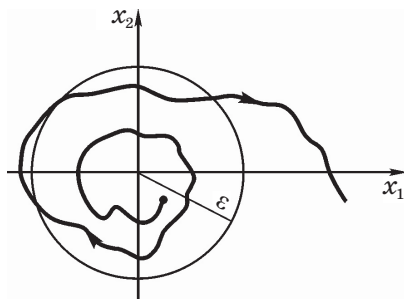


Рис. 3.5. Фазовый портрет неустойчивой траектории

В этом толковании устойчивости движения важно подчеркнуть зависимость δ -окрестности от величины ε -трубки: *ведь δ выбирается исходя из наперед заданной области ε -трубки, вследствие чего для каждой ε -трубки существует своя δ -окрестность. Но отнюдь не для каждой величины δ можно найти такую ε -окрестность, которая ограничит траекторию, начавшую движение из δ -окрестности.*

Именно поэтому в теории устойчивости А.М. Ляпунова возмущениям приписываются любые численно достаточно малые значения. В развернутом толковании устойчивости дви-

жения, которое находим в физическом энциклопедическом словаре, смысл его сводится к тому, что движение устойчиво, если при достаточно малых начальных возмущениях какой-нибудь из характеристик движение системы в последующем мало отличается от своего значения в невозмущенном движении [405, с. 797]. Замечаем, что в этом определении говорится о ничтожных величинах: малых начальных возмущениях и малом отклонении от невозмущенного движения. И это понятно, поскольку подразумевается конечный характер изменения этих условий, ограниченность их некоторым пределом. Н.Г. Четаев считал, что малость отклонений теории от эксперимента является фундаментальным требованием для всей нашей системы научного знания.

Обратим внимание и на то обстоятельство, что не всякое состояние или движение системы может быть устойчивым. В отношении одних состояний и движений можно утверждать об их устойчивости, тогда как других нет. Поэтому *следует специально оговаривать, какие траектории и переменные системы анализируются на устойчивость*. Доказано, что в одной и той же системе одни состояния или движения могут быть устойчивыми, а другие неустойчивыми. И даже одно и то же движение может быть устойчивым относительно одной переменной и неустойчивой относительно другой.

Среди разделов общей теории управления самой разработанной является теория автоматического управления, для которой решение вопроса об устойчивости системы является первой основной задачей. В связи с этим представляется обоснованным обращение к проблематике устойчивости с позиций методологии и инструментария этой теории. В ее рамках изучение устойчивости предполагает оперирование величиной погрешности, в данном случае расхождения между невозмущенным и возмущенным движением.

При исследовании ее зависимости от времени прежде всего появляются вопросы о том, какова динамическая картина переходного процесса, в частности, продолжительность периода перевода системы в конечное состояние после влияния возмущений. Дело в том, что из-за запаздывания и инерционности протекающих в системе процессов управляемая подсистема реагирует на командные воздействия не сразу, и потому подобный переход происходит не мгновенно, а в течение некоторого времени.

Однако и занимая установившееся состояние, подсистема в силу разного рода причин на самом деле достигает состояния, отличающегося в той или иной мере от заданного управляющим воздействием. Такое рассогласование фактического и намеченного состояний изучается в теории автоматического управления и называется установившейся погрешностью. Эта погрешность должна быть ограничена пределом, который определяется допустимым отклонением. До тех пор, пока переходный процесс не закончился, погрешность (обозначим ее через x) остается равной сумме переходной погрешности (x_d) и установившейся погрешности (x_s), что иллюстрирует рис. 3.6 [404].

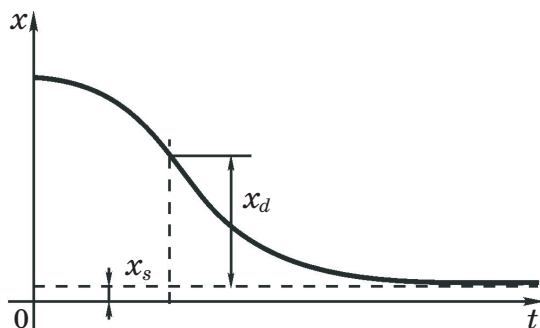


Рис. 3.6. Зависимость погрешности величины x от времени

С окончанием переходного процесса погрешность x_d исчезает и остается только установившаяся погрешность x_s . Если последняя не зависит от величины постоянного возмущения, то такую систему называют астатической по отношению к этому возмущению. При этом система может быть астатической по отношению к одному возмущению и не быть таковой по отношению к другому возмущению.

Траектории движения систем могут иметь специфику в том, что касается стабильности направления, скорости изменения и прочих характеристик. **Переходные процессы обуславливаются свойствами исследуемой системы и характером оказываемых на нее воздействий, которые становятся причиной ее возмущенного движения.**

Обычно по типу переходные процессы классифицируются на устойчивые и неустойчивые. Если скорость изменения отслеживаемой величины сохраняет постоянным направление

(либо только уменьшается, либо повышается) в течение всего переходного процесса, он именуется монотонным (устойчивым или неустойчивым). Если монотонность изменения нарушается, т.е. хотя бы один раз направление скорости меняется в период переходного процесса, он называется немонотонным или колебательным (рис. 3.7).

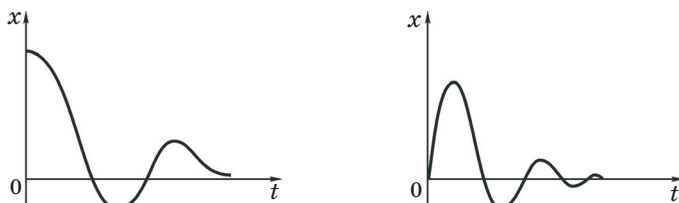


Рис. 3.7. Колебательные переходные процессы в устойчивых системах

Расчеты переходных процессов в системах автоматического регулирования проводятся для исследования:

- установившейся погрешности и обеспечения его малой величины;
- устойчивости и его обеспечения в смысле минимизации погрешности на бесконечном отрезке времени;
- переходных процессов — функции отслеживаемой переменной в устойчивой системе и обеспечения условий должного качества регулирования.

Наибольшую сложность представляет исследование свойства устойчивости систем, особенно тех из них, движение которых описывается уравнениями второй и выше степеней и поэтому относимых к классу нелинейных систем. Трудность состоит уже в том, что протекающий в нелинейной системе процесс нельзя разложить на простую сумму подпроцессов, каждый из которых в отдельности реагирует на действие «своих» возмущений.

Сущность устойчивости меняется в зависимости от того, является ли исследуемая система линейной или нелинейной. *Устойчивость линейной системы подразумевает ее возвращение после действия внешних возмущений в исходное состояние. В нелинейной системе протекают более сложные процессы и для ее устойчивости считают возможным, чтобы траектория движения системы с прекращением влияния*

внешних возмущений оставалась в заданной области. Поэтому колебательное движение в линейной системе служит признаком ее неустойчивости, тогда как в нелинейной системе, наоборот, может быть вполне «правильным» и свидетельствовать о ее устойчивости. В теории автоматического управления обосновывается, что устойчивость невозмущенного движения линейных систем не зависит от вида и характера изменения внешних (задающего и возмущающих) воздействий.

Литературные источники предлагают богатую гамму толкований понятия устойчивости. Принадлежащие известным ученым по математике, физике, кибернетике, теории автоматического управления, экономике и другим отраслям знаний, они раскрывают многоаспектность свойства устойчивости, о чем можно судить по приведенной в хронологическом порядке в табл. 3.1 подборке мнений.

Таблица 3.1

Толкования понятия устойчивости равновесия, состояния, движения, решения, системы

Толкование понятия (характеристика) устойчивости равновесия, состояния, движения (траектории), решения, системы (свойства устойчивости)	Автор (авторы) и год опубликования работы
Устойчивое равновесие имеет место в том смысле, что, если сначала система находилась в состоянии равновесия, а затем была немного из него выведена, то она сама собою стремится вернуться к этому состоянию, совершая около него бесконечно малые колебания	Ж. Лагранж (J. Lagrange) 1950 г. (1788 г.) [205, с. 97]
Невозмущенное движение устойчиво, если модуль разности значений функций, выражающих возмущенное и невозмущенное движение, с течением времени меньше произвольно заданной положительной величины при условии, что модули величин возмущений не превышают выбираемых положительных чисел	А. М. Ляпунов 2000 г. (1892 г.) [226, с. 13]
Равновесия и движения, слабо изменяющиеся при возмущениях, были названы устойчивыми	Н. Г. Четаев 1990 г. (1946 г.) [426, с. 7]
Система будет называться устойчивой, если выходной сигнал остается ограниченным для всех ограниченных входных сигналов	Г. Саймон (H. Simon) 1961 г. (1952 г.) [340, с. 231]
Линия поведения называется устойчивой относительно данной области в фазовом пространстве, если, начавшись внутри этой области, она никогда не выйдет из нее	У. Эшби (W. Ashby) 1959 г. (1956 г.) [480, с. 386]
Если система, выведенная из положения равновесия малыми возмущениями, возвращается в это положение, то система называется устойчивой	Р. Беллман (R. Bellman) 1969 г. (1960 г.) [38, с. 278]

Толкование понятия (характеристика) устойчивости равновесия, состояния, движения (траектории), решения, системы (свойства устойчивости)	Автор (авторы) и год опубликования работы
Состояние является устойчивой, потому что любое состояние будет повторяться в общем случае через определенное число интервалов наблюдения	Г. Паск (G. Pask) 1964 г. (1960 г.) [292, с. 323]
Под устойчивым процессом понимается такой процесс, который после малого возмущения снова приходит в установившееся состояние	В. Оппельт (W. Oppelt) 1961 г. [289, с. 31]
По мысли автора, решение линейного дифференциального уравнения второго порядка устойчиво, если оно будет ограничено, когда независимая переменная стремится к $+\infty$ или $-\infty$	Ф. Трикоми (F. Tricomi) 1962 г. (1961 г.) [391, с. 190]
Устойчивой является такая система, которая, будучи выведена из своего исходного состояния, стремится вернуться к нему	Дж. Форрестер (J. Forrester) 1971 г. (1961 г.) [407, с. 41]
Устойчивость системы означает, что возмущение, нарушившее состояние равновесия системы, со временем само ликвидируется	О. Ланге (O. Lange) 1968 г. (1965 г.) [206, с. 89]
В представленной автором устойчивой системе, каково бы ни было ее начальное положение, траектории развития с течением времени неизбежно приведут систему в узкий интервал	В. Леонтьев 1990 г. (1966 г.) [215, с. 39]
Устойчивость состоит в том, что малое возмущение входного сигнала вызывает малое возмущение выходного сигнала (для звена системы автоматического регулирования)	Е.А. Барбашин 1967 г. [34, с. 7]
Решение системы устойчиво, если достаточно близкие к нему в любой начальный момент времени решения целиком погружаются в сколь угодно узкую трубку, построенную вокруг решения системы	Б.П. Демидович 1998 г. (1967 г.) [124, с. 71]
Устойчивость решения означает, что малое изменение начальных условий не может вызвать больших изменений решения	Г. Корн (G. Korn), Т. Корн (T. Korn) 1973 г. (1968 г.) [185, с. 294–295]
Система устойчива, если каждая траектория с течением времени в конечном счете входит в некоторую ограниченную область, содержащую равновесную траекторию, и остается в ней	К. Ланкастер (K. Lancaster) 1972 г. (1968 г.) [209, с. 222]
В положении устойчивого равновесия при отклонении частицы от положения равновесия возникает сила, стремящаяся вернуть частицу назад в положение равновесия	Л.Д. Ландау, А.И. Ахиезер, Е.М. Лифшиц 1969 г. [207, с. 39]
В линейных системах признаком устойчивости является возврат системы в исходное состояние при снижении внешнего воздействия до нуля	А.В. Нетушил 1972 г. [278, с. 6]

Толкование понятия (характеристика) устойчивости равновесия, состояния, движения (траектории), решения, системы (свойства устойчивости)	Автор (авторы) и год опубликования работы
В нелинейных системах устойчивость в некоторой области характеризуется возвратом системы в заданную область при уменьшении внешнего воздействия до нуля	А.В. Нетушил 1972 г. [278, с. 6]
Под устойчивостью функционирования сложной системы понимается способность системы сохранять требуемые свойства в условиях действия возмущений	Н.П. Бусленко 1973 г. [66, с. 39]
Смысл понятия устойчивости состоит в том, что малые изменения начальных условий и входных функций не должны приводить к большим изменениям определяемых ими траекторий	В.М. Глушков 1974 г. [102, с. 133]
Решение является устойчивым, если оно после не слишком сильного отклонения от стационарного в начальный момент в последующем приближается к стационарному	Л.С. Понтрягин 1974 г. [310, с. 205]
Устойчивость в широком смысле — это способность системы стремиться из различных начальных состояний к некоторому равновесному (стационарному) состоянию	В.М. Кунцевич, Ю.Н. Чеховой 1975 г. [475, с. 468]
Система признается устойчивой относительно введенного понятия окрестности, если при достаточно малых изменениях условий работы системы достаточно малы и изменения в ее поведении	М. Месарович (M. Mesarovic), Я. Такахара (Y. Takahara) 1978 г. (1975 г.) [248, с. 188]
Линейная система при ограниченных воздействиях устойчива, если ее реакция также ограничена	В.П. Сигорский 1975 г. [356, с. 336]
В устойчивом состоянии системы характеризуются тем, что стремятся реагировать на изменения окружающих условий так, чтобы сохранить заранее заданное, предписанное состояние	Р. Шеннон (R. Shannon) 1978 г. (1975 г.) [458, с. 56]
Устойчивость ситуации в случае бескоалиционной игры означает ее равновесность в том смысле, что ни один из игроков не заинтересован в отклонении от этой ситуации	Н.Н. Воробьев 1976 г. [46, с. 34–35]
Показатель устойчив по отношению к исходным величинам, если их ограниченные по размеру изменения или ошибки вызывают изменение результата в определенных и практически допустимых пределах	Г.Е. Эдельгауз 1977 г. [467, с. 20]
Требование устойчивости сводится к тому, что малые внешние воздействия при длительном функционировании объекта не приводят к неограниченно большим отклонениям его состояния	П.А. Ватник 1978 г. [72, с. 225]

Толкование понятия (характеристика) устойчивости равновесия, состояния, движения (траектории), решения, системы (свойства устойчивости)	Автор (авторы) и год опубликования работы
Система, на вход которой поступает ограниченный по величине сигнал, считается устойчивой, если ее переменные состояния изменяются в конечных границах	К. Негойцэ (C. Negoită) 1981 г. (1978 г.) [268, с. 88]
Устойчивостью любого явления в обиходе называют его способность длительно и с достаточной точностью сохранять те формы своего существования, при утрате которых явление перестает быть самим собой	А.А. Воронов, 1979 г. [88, с. 87]
Если рассматриваемая система ведет себя «почти так же», как и «соседние» (по поведению), то говорят, что она структурно устойчива	Дж. Касты (J. Casti) 1982 г. (1979 г.) [158, с. 59]
Интегральная кривая, обладающая тем свойством, что все достаточно близкие к ней при $t = 0$ интегральные кривые остаются близкими к ней и для всех $t > 0$, называется устойчивой интегральной кривой	А.Н. Тихонов, А.Б. Васильева, А.Г. Свешников 2005 г. (1980 г.) [386, с. 142]
Биологическое сообщество устойчиво, если число его видов не меняется в течение достаточно длительного времени	Ю.М. Свирижев 1982 г. [352, с. 44]
Если при достаточно малых начальных возмущениях какая-нибудь из характеристик движения во все последующее время мало отличается от своего значения в невозмущенном движении, то движение системы по отношению к этой характеристике называется устойчивым	С.М. Тарг 1983 г. [405, с. 797]
Устойчивость — это способность системы функционировать в состояниях, по меньшей мере близких к равновесию, в условиях постоянных внешних и внутренних возмущающих воздействий	Л.Л. Терехов 1983 г. [385, с. 33]
Устойчивость выражает тот факт, что влияние достаточно малых возмущений начальных значений решений уравнения во все моменты времени t , следующие за начальным моментом $t = 0$, остаются в любых наперед заданных границах	Коллектив авторов под ред. Ю.С. Богданова 1984 г. [85, с. 476]
Звено называется устойчивым по входу, если при любом ограниченном входном воздействии и нулевых начальных условиях выходная реакция является ограниченной при любом конечном $t \geq 0$ и при $t \rightarrow \infty$ (для линейных систем)	А.А. Первозванский 1986 г. [294, с. 40]
Состояние устойчиво по Ляпунову, если при любом наперед заданном $\varepsilon > 0$ всегда найдется такое δ , зависящее в общем случае от ε и t_0 , что при начальном возмущении, не превышающем δ , отклонение $x(t)$ в последующем остается меньше ε	Г. Николис (G. Nicolis), И. Пригожин (I. Prigogine) 2003 г. (1989 г.) [323, с. 82]

Толкование понятия (характеристика) устойчивости равновесия, состояния, движения (траектории), решения, системы (свойства устойчивости)	Автор (авторы) и год опубликования работы
Если небольшие отклонения от траектории в настоящий момент времени приведут также к небольшим изменениям траектории в будущем и при этом отклонения в будущем могут быть сделаны сколь угодно малыми за счет их уменьшения в настоящем, то такая траектория называется устойчивой	С.М. Лобанов 1990 г. [199, с. 50]
Процесс устойчив, если малые изменения параметров могут приводить только к плавным изменениям переменных и никаких внезапных перемен наблюдаться не может	В.-Б. Занг (W.-B. Zhang) 1999 г. (1991 г.) [143, с. 32]
Устойчивое состояние (steady state) — условия, при которых значение ключевых переменных не меняется	Н. Мэнкью (N. Mankiw) 1994 г. (1992 г.) [265, с. 724]
Способность сохранения качественной определенности при изменении структуры системы и функций ее элементов называется устойчивостью	В.Н. Цыгичко 1996 г. [421, с. 16]
Решение системы устойчиво по Ляпунову, если близкие к нему по начальным условиям решения остаются близкими и для всех $t \geq t_0$	Я.С. Бугров, С.М. Никольский 1998 г. [64, с. 137]
Устойчивость движения — способность движущейся под действием приложенных сил механической системы почти не отклоняться от этого движения при незначительных случайных воздействиях (легкие толчки, слабые порывы ветра и т.п.)	Коллектив авторов под ред. А.М. Прохорова 1998 г. [59, с. 1257]
Если после придания системе некоторого малого отклонения происходит ее возвращение в прежнее или близкое к нему состояние, можно говорить об устойчивости системы	В.Д. Могилевский 1999 г. [257, с. 29]
Устойчивое состояние (steady state) есть состояние экономики, когда все агрегатные показатели постоянны	Дж. Блэк (J. Black) 2000 г. [54, с. 693]
Траектория будет называться устойчивой, если для сколь угодно малого предельного отклонения, определяющего коридор устойчивости, можно указать такие ограничения для возмущений, при которых система не выйдет из этого коридора	В.А. Владимиров, Ю.Л. Воробьев, С.С. Салов и др. 2000 г. [84, с. 31]
Устойчивость подразумевает, что, несмотря на возмущение, система сохраняет неизменными некоторые свои свойства и те характеристики, которые делают ее данной системой	И.В. Прангишвили 2000 г. [318, с. 68]
Устойчивость рассматривается как способность производственной системы сохранять намеченную траекторию движения, заданную вместе с допустимыми отклонениями от нее	Б.Ю. Сербиновский 2000 г. [353, с. 120]

Толкование понятия (характеристика) устойчивости равновесия, состояния, движения (траектории), решения, системы (свойства устойчивости)	Автор (авторы) и год опубликования работы
В том случае, если возмущенное движение мало отличается от расчетного, его называют устойчивым	К.С. Колесников 2001 г. [12, с. 6]
Система устойчива, когда ее существенные переменные остаются внутри заданных им (объективными условиями существования — переменными внешней и внутренней среды) границ	Коллектив авторов под ред. А.Г. Поршнева, А.Я. Кибанова, В.Н. Гунина 2001 г. [398, с. 739]
В устойчивом состоянии система стремится обратно к стационарному состоянию, даже если ее немного отклонить от него	Д.С. Чернавский (2001 г.) 2004 г. [423, с. 33]
Устойчивая система — это динамическая система, обладающая ограниченной реакцией на ограниченный входной сигнал (для линейных систем)	Р. Дорф (R. Dorf) и Р. Бишоп (R. Bishop) 2002 г. [129, с. 309]
Решения дифференциальных уравнений, которые при малом изменении начальных условий переходят в решения, мало отличающиеся от исходного для сколь угодно больших значений параметра времени, называются устойчивыми (по Ляпунову)	Л.Э. Эльсгольц 2002 г. [471, с. 146]
Под устойчивостью обычно понимают свойство системы или какого-либо состояния сохраняться при малых изменениях начальных состояний, внешних воздействий, параметров системы и т.д.	В.Н. Афанасьев, В.Б. Колмановский, В.Р. Носов 2003 г. [27, с. 6]
Устойчивость означает, что некоторые высказывания о системе остаются истинными при всех ее изменениях, принадлежащих заданному множеству	В.И. Данилов-Данильян 2003 г. [121, с. 123]
Устойчивость — это способность системы функционировать в состояниях, близких к равновесию, в условиях постоянных внешних и внутренних возмущающих воздействий	В.С. Лапшин (2003 г.) 2005 г. [8, с. 97]
Устойчивость — способность динамической системы сохранять движение по намеченной траектории (поддерживать намеченный режим функционирования), несмотря на действующие возмущения	Л.И. Лопатников 2003 г. [220, с. 373]
Устойчивость — способность системы, обладающей достаточно сложным поведением, сохранять некоторые свойства и характеристики неизменными	А.И. Чухнов 2003 г. [469, с. 557]
Устойчивость — способность системы противостоять процессу разрушения и поддерживать в течение определенного времени выбранный режим функционирования	Коллектив авторов под ред. А.Л. Гапоненко, А.П. Панкрухина 2004 г. [90, с. 557]

Толкование понятия (характеристика) устойчивости равновесия, состояния, движения (траектории), решения, системы (свойства устойчивости)	Автор (авторы) и год опубликования работы
Устойчивость — способность динамической системы сохранять движение по намеченной траектории (поддерживать намеченный режим функционирования), несмотря на действующие возмущения	А.М. Немчин, А.Н. Фурманков 2005 г. [274, с. 14]
Устойчивость — свойство системы находиться в области заданных параметров	С.Э. Саркисов 2005 г. [246, с. 743]
Экономическая устойчивость — способность сохранять и воспроизводить (восстанавливать) исходное (или близкое к нему) состояние в процессе внутренних и внешних воздействий	Е.А. Захарчук 2006 г. [145, с. 36]

Примечание: в правой колонке в круглых скобках — год выхода в свет первого издания или издания на языке оригинала

С некоторой условностью содержащиеся в табл. 3.1 толкования понятия устойчивости можно упорядочить, если их разделить на семь групп:

1. По математическим признакам, в том числе по *характеру изменения* описывающей систему *функции* или *решения* уравнения. Первая группа интерпретаций берет начало от формализованных представлений об устойчивости движения системы и прежде всего от основополагающей работы А.М. Ляпунова. Такое толкование устойчивости распространено в математике, свидетельством чему суждения Л.С. Понтрягина, Я.С. Бугрова и С.М. Никольского, Б.П. Демидовича, Ф. Трикоми (F. Tricomi), Л.Э. Эльсгольца, а также в области синергетики ему следуют И. Пригожин (I. Prigogine) и Г. Николис (G. Nicolis).

Для пояснения семантики термина устойчивости в математической энциклопедии приводятся значения его понятия, которые тем не менее не исчерпывают его содержания. Применительно к движению устойчивость есть атрибут поведения системы на бесконечном промежутке времени, выражающий свойство движущейся системы [242, стб. 560–561]:

- мало отклоняться от некоторого движения при малых возмущениях начального положения системы, причем малость отклонения равномерна (устойчивость по А.М. Ляпунову);
- мало отклоняться от некоторого движения при малых возмущениях как начального положения системы, так и са-

мого закона движения (устойчивость при постоянно действующих возмущениях).

Иногда малые возмущения начального положения подчиняются некоторому дополнительному условию (условная устойчивость), либо малость возмущения и отклонения измеряется лишь по некоторым параметрам (устойчивость по части переменных). Например, ниже приведен пример витиеватой траектории, устойчивой лишь по переменной x , которая ограничена допустимым интервалом $\pm\varepsilon$ (рис. 3.8) [27, с. 29];

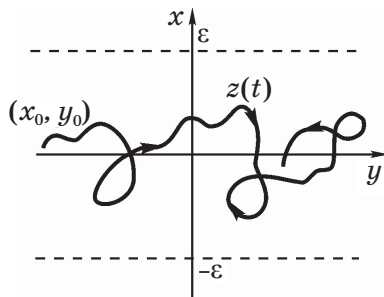


Рис. 3.8. Траектория, устойчивая по переменной x

- сохранять некоторые свойства (на языке математики «черты фазового портрета») при малых возмущениях закона движения;
- оставаться в ограниченной области фазового пространства, т.е. в пространстве значений переменных системы, — устойчивость по Ж. Лагранжу (J. Lagrange);
- сколь угодно поздно возвращаться как угодно близко к своему начальному положению, т.е. устойчивость по С. Пуассону (S. Poisson).

Каждый из этих атрибутов отвечает конкретному типу исследуемой системы и характеру задачи, которая может быть поставлена в той или иной форме. Как видим, даже в сугубо математическом аспекте термин устойчивости имеет множество толкований, которые еще ждут своего осмысления и сферы приложения в экономических исследованиях производственных систем.

2. По характеру траектории (линии, кривой) движения системы. Динамическая картина движения системы привлекла внимание ученых-механиков Н.Г. Четаева и К.С. Колес-

никова, кибернетиков У. Эшби (W. Ashby) и В.М. Глушкова, математиков Дж. Касти (J. Casti), А.Н. Тихонова, А.Б. Васильевой и А.Г. Свешникова, экономистов В. Леонтьева, К. Ланкастера (K. Lancaster), Л.И. Лопатникова, Б.Ю. Сербиновского и др. Наглядность и доступность для понимания подобной иллюстрации устойчивости системы делают ее полезной для анализа экономической динамики.

3. По свойству системы *восстанавливать* прежнее или заданное (расчетное) *состояние*. Учитывая, что в устойчивом режиме влияние возмущений минимизируется и система становится «сама собой», способность ее к возобновлению необходимого состояния или движения подмечена Г. Паском (G. Pask), Дж. Форрестером (J. Forrester), Р. Шенноном (R. Shannon), В.Н. Афанасьевым, В.Б. Колмановским, В.Р. Носовым, П.А. Ватником, В.Д. Могилевским, А.В. Нетушилом, Д.С. Чернавским, Е.А. Захарчук. Повторяемость и возвращаемость состояний рассматривается признаком устойчивости и биологических систем, для чего сошлемся на точку зрения П.К. Анохина в отношении серии последовательных, ритмически повторяющихся явлений в природе.

4. По *поведению* системы *около* точки *равновесия*. Притяжение и стационарность состояния равновесия естественным образом сблизило его со свойством устойчивости системы, и потому сопротивление нарушению равновесного положения нередко интерпретируется как проявление устойчивости системы. С этих позиций объясняют сущность устойчивости Ж. Лагранж (J. Lagrange), Л.Д. Ландау, А.И. Ахиезер, Е.М. Лифшиц, Р. Беллман (R. Bellman), О. Ланге (O. Lange) и Л.Л. Терехов.

5. По способности системы *сохранять форму* существования, свои *свойства* или *характеристики*. Подобный взгляд на устойчивость системы вписывается в общую концепцию поведения устойчивой системы, благодаря чему ей удается предотвратить изменение коренных атрибутов и перерождение или разрушение системы. Такое понимание устойчивости разделяют А.А. Воронов, Н.П. Бусленко, И.В. Прангишвили, Ю.М. Свиричев и А.И. Чухнов.

6. По свойству системы *поддерживать* свое *поведение относительно* введенного понятия *окрестности*. По сути дела, не сбиваться со своей траектории для системы равнозначно тому,

что выше было названо свойством системы восстанавливать прежнее или заданное движение. Из настоящего толкования понятия устойчивости исходят М. Месарович (M. Mesarovic) и Я. Такахага (Y. Takahara).

7. По характеру *реакции* системы или *преобразования* входного сигнала в выходной. Эта функция реализуется следящими системами, которые выполняют воспроизведение на выходе с определенной точностью изменяющееся входное задающее воздействие. Ограниченность изменения выходного сигнала системы служит признаком ее устойчивости у Г. Саймона (H. Simon), Е.А. Барбашина, А.А. Первозванского, Р. Дорфа (R. Dorf) и Р. Бишопа (R. Bishop).

Подчеркнем еще раз условность предложенной классификации толкований термина устойчивости. Цель такого обобщения заключается лишь в том, чтобы полнее представить емкое содержание и проблематику исследования устойчивости систем. В этом контексте, думается, что ее сложная сущность не приемлет суждения о том, будто устойчивость есть тривиальное свойство постоянства параметров системы. Отсюда высказываемое Н. Мэнкью (N. Mankiw) и Дж. Блэком (J. Black) мнение об устойчивости выглядит сильным упрощением его свойства, пригодным лишь для мимолетного впечатления о природе устойчивого поведения системы.

Теперь по поводу ограничений, накладываемых на возмущения. Заметим: уже Ж. Лагранж (J. Lagrange) имел в виду, что кроме состояний абсолютной устойчивости и абсолютной неустойчивости могут иметь место и состояния условной и относительной устойчивости, при которых восстановление равновесия зависит от начального смещения системы. Поэтому нельзя не учитывать и возмущения, следствием действия которых система отклоняется от исходного состояния.

Но если не могут быть приемлемыми любые возмущения, а лишь те из них, которые удовлетворяют некоторым требованиям, то в учении А.М. Ляпунова невозмущенное движение устойчиво лишь для возмущений, подчиненных определенным условиям. Чтобы придать математический смысл этому заключению, сошлемся на толкование устойчивости невозмущенного движения, принадлежащее А.М. Летову [218, с. 19]. Невозмущенное движение называется устойчивым по отношению к величинам y_k , пишет он, если при всяком заданном по-

ложительном числе ε , как бы мало оно ни было, найдется другое положительное число $\eta(\varepsilon)$, такое, что для всех возмущений y_{k0} , удовлетворяющих условиям:

$$|y_{k0}| \leq \eta(\varepsilon) \quad (k = 1, \dots, n),$$

возмущенное движение будет удовлетворять неравенствам:

$$|y_k(t)| < \varepsilon \quad (k = 1, \dots, n)$$

при любом $t > 0$.

Отмеченные условия приобретают решающее значение для теории устойчивости, и это понятно. Ведь при одних возмущениях устойчивость движения системы может быть сохранена, тогда как другие возмущения могут перевести систему в неустойчивый режим. Вот почему Н.Г. Четаев акцентировал внимание на том, что задача об устойчивости при возмущающих силах бессмысленна, если они ничем не стеснены. Именно ему и предстояло выполнить первые исследования по устойчивости движения при ограниченных возмущающих силах: Н.Г. Четаев дал наиболее четкую постановку этой задачи и указал некоторые методы ее решения. Обзор проведенных А.М. Летовым работ показал, что существует широкий класс систем с постоянно действующими возмущениями, об устойчивости которых можно судить по устойчивости соответствующих систем ляпуновского типа [219].

В итоге можно констатировать, что *задача обеспечения устойчивости систем неотъемлема от поиска класса допустимых возмущений, которые она может выдержать и не утратить при этом устойчивости своего состояния или движения*. Более того, фокусирование анализа на характере возмущений отвечает и духу классического учения, поскольку сущность понятия устойчивости по А.М. Ляпунову не столько в характере изменения величин отклонений возмущенного движения от невозмущенного, сколько в оценках численных величин возмущений при заданных оценках этих отклонений. В этом отношении Н.Г. Четаев предложил пример определения размера области допустимых возмущений, где устойчивость системы не нарушается. Тем самым получили развитие представления об устойчивости не только для малых возмущений, но и для случая, когда область возмущений большая или даже не ограничена. Уточним, что областью допустимых возмущений данной области G называется такая область E , для кото-

рой выполняется свойство: все траектории, выходящие из ее точек, не выходят за пределы области G .

Следует, однако, иметь в виду: с заданием области начальных условий для состояния равновесия часто не требуется, чтобы изменяющаяся система с течением времени возвращалась вновь в прежнее состояние («покинутую» точку равновесия). Для устойчивости достаточно лишь того, чтобы система оставалась в области допустимых отклонений. Дело в том, что в физических системах действуют регулярные и нерегулярные силы, которые вторгаются в поведение системы вблизи состояния равновесия. Влияние регулярных сил проявляется в «тяготении» системы к равновесию или отдалению от него. Но и с приближением системы к равновесному положению оно не может быть достигнуто в точности из-за действия нерегулярных сил флуктуационного характера, вынуждающих систему совершать малые движения вблизи состояния равновесия. В том случае, когда выдвигается требование обязательного возврата системы в исходную точку равновесия, говорят об ее асимптотической устойчивости.

Вместе с тем встречаются и более сложные варианты поведения системы вблизи состояния равновесия системы. В частности, А.А. Андронов, А.А. Витт и С.Э. Хайкин, наряду с устойчивым и неустойчивым равновесием, отмечают и так называемое «полуустойчивое» равновесие. Таким образом, авторы выделяют [15]:

- асимптотическое движение системы, находящейся вблизи состояния равновесия и стремящейся к этому состоянию с течением времени (устойчивое равновесие по А.М. Ляпунову);
- отдаление системы, находящейся вблизи состояния равновесия, от этого состояния (неустойчивое равновесие по А.М. Ляпунову);
- приближение системы к состоянию равновесия, если она продвигается к нему с одной стороны, и отдаление от состояния равновесия, если система оказывается от него с другой стороны (неустойчивое равновесие по А.М. Ляпунову или «полуустойчивое»).

С признанием важности решения задачи о величине области начальных условий (отклонений) уместно коснуться и вопроса об области допустимых отклонений и связанной с этим сходимости к невозмущенному движению системы. Ведь

если область начальных условий будет весьма малой, то система может оставаться в рамках заданной области допустимых отклонений. В противном случае, когда область начальных условий выходит за некоторые пределы, ограниченной области допустимых отклонений может и не быть. При этом, если имеет место сходимост к невозмущенному движению, то она может протекать по А.М. Ляпунову или асимптотически.

Проведенные исследования показали, что сочетания области начальных условий (отклонений) и характера сходимости возмущенного движения к невозмущенному дают следующие виды устойчивости движения систем (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Виды устойчивости движений в зависимости от области начальных условий и характера сходимости возмущенного движения к невозмущенному

Область начальных условий (отклонений)	Характер сходимости возмущенного движения к невозмущенному	
	В обычном смысле (по А.М. Ляпунову)	Асимптотический
Малая	Устойчивость в малом (локальная устойчивость)	Асимптотическая устойчивость в малом
Большая (конечная)	Устойчивость в большом	Асимптотическая устойчивость в большом
Не ограничена	Устойчивость в целом	Асимптотическая устойчивость в целом (глобальная устойчивость)

В том случае, если устойчивость движения соблюдается для достаточно малых начальных отклонений, говорят об *устойчивости по Ляпунову, локальной устойчивости* или *устойчивости «в малом»*. Кстати, А.А. Воронов обращает внимание на то, что устойчивость в малом вовсе не означает, что отклонения обязательно должны быть малыми. В этом случае имеют в виду только то, что в окрестности начала координат существует область притяжения траекторий в точке равновесия, но никаких указаний на размеры этой области нет, и потому устойчивость можно гарантировать лишь в достаточно малой окрестности начала координат. Добавим, что свойство локальной устойчивости может относиться и к траекториям, если оно выполняется только для тех из них, которые проходят в достаточной близости от равновесной траектории.

В развитие концепции А.М. Ляпунова об устойчивости «в малом» было введено понятие об *устойчивости «в большом»*. Оно включает в себе способность поддержания устойчивого движения и при сравнительно больших начальных отклонениях. Исследования обнаруживают, что система может быть устойчивой «в малом», но неустойчивой «в большом». Действительно, при незначительных отклонениях от положения равновесия она может сохранять устойчивость, приближаясь с течением времени к равновесному состоянию, тогда как при больших отклонениях от него, наоборот, удаляться от состояния равновесия и терять устойчивость. И если при каких угодно возмущениях система не демонстрирует устойчивости движения, она является «неустойчивой в большом».

Между тем нельзя исключать и того, что система сохранит устойчивое движение при любых начальных отклонениях, т.е. область ее начальных условий не ограничена. Тогда есть основание считать такую систему не только устойчивой «в большом», но и *устойчивой «в целом»*. Область притяжения в этом случае совпадает с пространством всех состояний системы.

Асимптотическая сходимостъ возмущенного движения также рассматривается сквозь призму устойчивости в малом, большом и целом. Поэтому, как и прежде, вид асимптотической устойчивости движения системы зависит от величины отклонения ее начальных условий. Заметим, что своеобразие приложений теории устойчивости к исследованию поведения экономических систем состоит в том, что проводится оно преимущественно в аспекте асимптотической устойчивости, при которой траектория движения системы не только ограничена допуском, но и устремляется к невозмущенной траектории.

Распространяя воззрения о ляпуновской устойчивости «в малом» на асимптотическую устойчивость, правомерно определить: если при достаточно малых отклонениях начальных условий обозреваемая траектория системы по прошествии времени сближается с невозмущенной, то такая траектория обладает свойством *асимптотической устойчивости невозмущенного движения по А.М. Ляпунову* или *асимптотической устойчивости «в малом»*. Графически такое свойство движения системы поясняет рис. 3.9 [195, с. 94].

На рис. 3.9 показано, что любая траектория, которая в начальный момент времени мало отклоняется от невозмущенной

траектории $x^0(t)$, т.е. находится в ее окрестности η , в последующем сливается с этой невозмущенной траекторией.

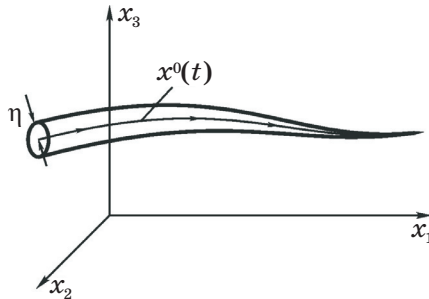


Рис. 3.9. Иллюстрация асимптотической устойчивости невозмущенного движения по А.М. Ляпунову

Продолжая аналогию с устойчивостью «в большом» (в смысле А.М. Ляпунова), **асимптотическая устойчивость «в большом»** имеет место в том случае, когда область отклонений начальных условий достаточно большая и конечная, а когда эта область не ограничена, перед нами **асимптотическая устойчивость «в целом»**. Последнюю также определяют тем свойством, что область притяжения системы совпадает со всем пространством ее состояний; или это свойство выполняется для любой траектории системы (их тех, что рассматриваются) и потому иногда называется **глобальной устойчивостью**.

Глобальную устойчивость можно трактовать и с точки зрения испытываемых системой возмущений. Поскольку вызываемые ими отклонения в этом случае ничем не лимитируются, то и сами возмущения допускаются произвольными. Важно лишь, чтобы функции системы удовлетворяли заданному классу функций. По А.М. Летову, такая устойчивость имеет место при неограниченных возмущениях и любой нелинейной характеристике регулирующего органа, определенной лишь с точностью до принадлежности к некоторому классу функций.

Кроме того, глобальную устойчивость относят к роду таких явлений, которые неизменно ритмически повторяются в природе, связаны с астрономическими закономерностями и тем самым дают повод для такого рода утверждения. Напомним, что П.К. Анохин обращал внимание на относительно устойчивые явления, существующие лишь в масштабе жизни организма.

Здесь отличительным признаком абсолютной и относительной устойчивости является продолжительность оцениваемой серии развивающихся событий.

Коротко охарактеризуем и некоторые другие виды устойчивости движения систем, которые востребованы анализом их свойств при влиянии начальных возмущений и внешних помех [294].

Вполне возможно, что система в начальный момент времени находится в состоянии, отличном от равновесия. Несмотря на это, в процессе движения она может ликвидировать возникшее отклонение и достигнуть состояния равновесия. Если система имеет единственное равновесное состояние и оно асимптотически устойчиво в целом, то система именуется *устойчивой по начальным условиям*.

Отдельно вводится определение устойчивости системы, которое может быть нарушено внешними помехами. В том случае, если система имеет единственное равновесное состояние и при любых ограниченных внешних возмущениях и нулевом начальном условии решение возмущенной системы остается ограниченным, система называется *устойчивой по отношению к внешним воздействиям*.

Существует и понятие *технической устойчивости*, введенное Н.Д. Моисеевым. Смысл его сводится к тому, что при постоянно действующих силах система покидает состояние равновесия, но при этом ее отклонения ограничены некоторой гиперсферой, зависящей от закона обратной связи системы и наилучшей название сферы возбудимости замкнутой системы.

Если не выполняется в полной мере условие устойчивости системы, можно обойтись и ослабленным требованием к ее движению. В этом случае выдвигают лишь условие сходимости движения системы. Систему называют сходящейся в окрестность равновесия, если любая траектория изменения состояния не позже чем к фиксированному моменту попадает в эту окрестность, а, единожды попав, не выходит из нее, как на рис. 3.10. Как видим, к определенному моменту времени траектория x «втягивается» в окрестность \bar{X} равновесия и в последующем курсирует, оставаясь в ней.

Проблема исследования устойчивости движения системы усложняется тем, что в отношении равновесия возможен любой случай: система может не иметь ни одного состояния

равновесия, обладать лишь одним равновесным состоянием или множеством их. Более чем одно состояние равновесия характерно для нелинейных систем, обладающих непростым поведением.

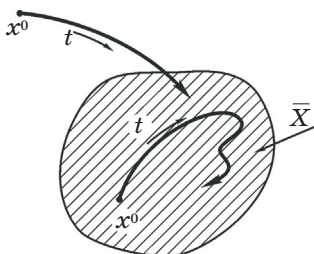


Рис. 3.10. Иллюстрация сходящейся системы

В теории автоматического управления признают, что в общем случае задача вычисления всех равновесных состояний или проверки существования хотя бы одной такой, нетривиальна, и ее решение не имеет общих конструктивных приемов. Если равновесные состояния существуют, то численные методы позволяют с высокой точностью выявить одно или некоторые подобные состояния.

Проблемы проектирования адаптивных систем управления при наличии неопределенности в ее динамике послужили основанием для введения понятия **робастной** (от англ. robust — грубый) **устойчивости**. В ее контексте предполагается способность адаптивной системы преодолевать структурированную параметрическую неопределенность, для которой известно математическое описание, в отличие от неструктурированной неопределенности, когда невозможно полностью описать поведение системы. При таком условии удалось получить результаты относительно абсолютной сходимости и асимптотической оптимальности и понять механизм робастной локальной устойчивости [14].

Для целей нашего исследования будем исходить из толкования понятия устойчивости движения, которое сложилось в естествознании и отвечает воззрениям А.М. Ляпунова. По содержанию оно раскрывается следующим образом: *если подчиненные наложенным условиям (вариациям) возмущения не вызывают с течением времени запредельных отклонений значений наблюдаемой функции, определяемое ею движение*

признается устойчивым. Поскольку об устойчивости можно судить по характеру траектории движения системы, то по *форме* понятие устойчивости выражает то свойство, что *допустимые смещения начального положения траектории в последующем оставляют ее в заданных границах относительно невозмущенного движения.* Так к категории устойчивых (точнее, асимптотически устойчивых в целом) будем относить изменение экономического показателя, для которого доказано, что независимо от его значения в начальный момент времени в любом случае оно асимптотически приближается к заданному значению показателя.

Обширные исследования по теории устойчивости дали жизнь целому ряду направлений, развиваемых отечественными и зарубежными учеными. Упомянем об одном из них, которое непосредственно продолжает традиции научной школы А.М. Ляпунова. Исторически определение устойчивости динамических систем формировалось в рамках детерминированного описания протекающих в них процессов. Ведь переходные процессы в системах вызываются начальными отклонениями или внешними возмущающими воздействиями, а они не считались стохастическими. Между тем в действительности системы находятся под влиянием случайных факторов, которые являются источниками вероятностного поведения систем, лишённого строгой однозначности.

Исходя из этого, А.А. Красовский вводит понятие *статистической устойчивости*, близкой по смыслу с устойчивостью по А.М. Ляпунову, но определяемой с позиций вероятностных представлений о переходных процессах. Суть его состоит в том, что «невозмущенное состояние системы обладает полной статистической устойчивостью, если при любом распределении начальных отклонений математические ожидания текущих отклонений и все моменты этих отклонений стремятся к нулю с течением времени» [194, с. 8]. Подобная трактовка статистической устойчивости, по мнению автора, является более общей, чем ее детерминированное описание, и сводится к нему при уменьшении дисперсии начальных отклонений до нуля.

Поскольку классическое определение понятия устойчивости интерпретируется по отношению к равновесному состоянию системы и ее исследование подразумевает получение одного из двух ответов (система либо устойчива, либо неустойчива),

обосновываются понятие устойчивости относительно поставленной цели и мера степени этой устойчивости. «Устойчивость относительно поставленной цели, — пишут А.М. Немчин и А.Н. Фурманков, — это внутренне присущее любой организации свойство, заключающееся в способности достигать поставленной цели при непредсказуемых воздействиях внешней среды» [274, с. 15]. В этом случае показателем устойчивости функционирования организации принимается вероятность достижения поставленной цели. Очевидно, введение в научный оборот новой категории требует скрупулезной аргументации и, если непрерывная шкала показателя устойчивости предпочтительнее бинарной (устойчива или неустойчива), то семантика этого понятия имеет сходство с содержанием категории управляемости системы — ее свойства обретать целевое состояние в течение заданного периода времени, которое оценивается вероятностью достижения задаваемых целей в различных ситуациях (см. § 2.1).

Завершая обсуждение свойства устойчивости систем, упомянем и о том, что разрабатывается теория возмущений, которая занимается методами приближенного решения задач для «возмущенных» траекторий, близких к невозмущенным. Основной замысел этой теории состоит в том, что выбирается некоторая идеализированная система, имеющая точное описание, и содержащая один или несколько малых параметров. При этом с обнулением таких параметров получаемые уравнения дают возможность найти точное решение и действия аналитиков направляются на отыскание наилучшего приближения к решению для возмущенной траектории с той или иной точностью. Это обстоятельство облегчает поиск решения, но только на достаточно малых отрезках времени. В.И. Арнольд считает, что вопрос о том, в какой мере можно доверять полученным при этом результатам на большие интервалы времени или бесконечность, пока еще изучен недостаточно [23].

Доказаны и применяются на практике критерии устойчивости систем, которые позволяют определить, сохраняется ли свойство устойчивости тех или иных конкретных решений или движений систем. В частности, *для линейных стационарных систем с постоянными коэффициентами необходимым и достаточным условием асимптотической устойчивости, с математической точки зрения, является отрицатель-*

ность всех вещественных (действительных) корней характеристического уравнения. При этом асимптотическая устойчивость такого решения означает его асимптотическую устойчивость в целом (глобальную устойчивость).

Таковы в самых общих чертах естественно-научные представления об устойчивости движения, которые помогают понять ее природу и благодаря этому обогащают методологию анализа устойчивости систем в экономических исследованиях.

3.2. Взгляд на природу экономической устойчивости с естественно-научных позиций

Теоретико-системные воззрения об устойчивости логично распространить и на экономические процессы, обнаруживая в них закономерную динамику в возмущенной среде. Вслед за естествознанием экономика наследовала физическое представление о равновесии и положило его в основу поведения исследуемых ею систем. «Квазимеханистическая природа экономической системы стала особенно очевидной, когда экономисты–математики более 25 лет назад занялись интенсивным изучением ее динамических свойств», — отмечал в 1953 г. в своей лекции В. Леонтьев [215, с. 57]. Сменяя и сопровождая друг друга, классические и современные научные школы продвигались в познании сущности и свойств равновесия и устойчивости в экономических системах.

Отличительная черта равновесия системы — сбалансированность действующих на нее сил — находила толкование при взаимодействии спроса и предложения на различных рынках. «Даны два товара, и чтобы равновесие по ним (или твердая цена одного по отношению к другому) имело место на рынке, необходимо и достаточно, чтобы действительный спрос на каждый из них был равен действительному предложению. Если это равновесие отсутствует, — размышлял Л. Вальрас (L. Walras), — необходимо для достижения равновесия цен повышение цены на товар, спрос на который выше, чем предложение, и понижение цены на товар, предложение которого выше спроса» [36, с. 213]. Поскольку модель Л. Вальраса (L. Walras) носила динамический характер, допускались отклонения от точки равновесия, однако, подобные смещения

были довольно малы, чтобы начальные возмущения не изменили кардинально сложившуюся около равновесную картину. В ином случае экономическая система может утратить его или перейти в новое состояние равновесия.

Л. Вальрас (L. Walras) показал, что обретаемое равновесие является стабильным, причем пользуется для этого аналогией с механической системой: «За пределами точки равновесия: с одной стороны, предложение товара выше спроса, что должно привести к снижению цен, то есть к возвращению в точку равновесия; ...с другой стороны, спрос на товар выше предложения, что должно вызвать повышение цен, т.е. вновь движение к точке равновесия. Можно с правом сравнить это равновесие с равновесием тела, точка крепления которого выше гравитационного центра на вертикальной линии таким образом, что этот центр гравитации, если он удален от вертикали, вернется к ней, благодаря одной лишь силе веса. Это стабильное равновесие» [36, с. 214].

Между тем, поскольку равновесное состояние в механике характеризуется статичностью, то экономическая система пребывает при этом в покое до тех пор, пока внешнее воздействие не нарушит его. В том случае, если к системе приложено множество сил, то их равнодействующая может быть равна нулю, в результате чего система находится в равновесии и может быть отлична от нуля, что уводит систему от равновесного состояния. На это обстоятельство ссылается Ж. Лагранж (J. Lagrange), упоминая о том, что принцип сложения сил был известен в той или иной мере Архимеду (Archimedes), Никомеду (Nicomedes), П. Робервалю (P. Roberval), Г. Галилею (G. Galilei), Р. Декарту (R. Descartes) и другим ученым древности, не говоря уже о И. Ньютоне (I. Newton) и П. Вариньоне (P. Varignon).

При этом система может подвергаться влиянию сил, которые уравниваются, и вследствие этого они не приводят систему в движение. «Можно сказать, что экономическое равновесие есть состояние, — определял В. Парето (V. Pareto), — которое сохранялось бы на неопределенное время, если бы не было изменений в условиях, в которых оно наблюдается» [36, с. 264]. Тем самым полагали, что равновесное состояние свойственно экономической системе в том случае, если на нее не оказывают влияния весьма ощутимые возмущения, или их действия сбалансированы. Размышления о равновесии имели под

собой самые общие представления и были еще далеки от идей учения А.М. Ляпунова. И разумеется, в дальнейшем в повестку исследований были поставлены вопросы о *существовании, единственности и устойчивости равновесия в экономике*.

Действительно, вряд ли можно было ожидать, что пионерные исследования по экономическому равновесию восприняли математическое толкование устойчивости и столь же строго следовали ему в своих выводах. Лишь позднее пришло понимание условной устойчивости и ее достижения «в малом» и «в большом». В частности, уже в «Тектологии», рассуждая о структурной устойчивости, А.А. Богданов уточнял, что можно говорить всегда только относительно тех или иных воздействий, но не о воздействиях вообще. Увязка атрибута устойчивости системы с характером испытываемых ею возмущений составила предмет математического осмысления сущности экономического равновесия. Поэтому отточенная аргументация равновесия появилась на свет с формализованным анализом движущих сил, балансирование которых и придавало системе равновесное состояние.

Изначально Л. Вальрас (L. Walras) предположил, что процесс «нащупывания» будет сходиться к равновесию даже при произвольном начальном наборе цен, т.е. этот процесс глобально устойчив. Об этом писал М. Интрилигатор (M. Intriligator), замечая, что такое предположение Л. Вальраса (L. Walras) не является справедливым, если не сделать дополнительных оговорок. Например, в процессе «нащупывания» система может бесконечно колебаться около точки равновесия. Более глубокое изучение проблемы уточняет, что точка равновесия в линейном процессе «нащупывания» является локально устойчивой, если все продукты обладают свойством явной заменяемости, т.е. увеличение цены на любой продукт при неизменных остальных ценах приводит к увеличению избыточного спроса на любой другой продукт. «Глобальная устойчивость может быть обеспечена, если товары явно заменяемы или если функция избыточного спроса удовлетворяет слабой аксиоме выявленного предпочтения», — продолжает М. Интрилигатор (M. Intriligator) [150, с. 274]. При этом, по мнению цитируемого автора, *равновесие локально устойчиво, если оно в конечном счете достигается, начиная с некоторого набора цен, достаточно близкого к точке равновесия, и глобально*

устойчиво, если оно так или иначе достигается независимо от начальной точки. Кроме того, глобальная устойчивость предполагает локальную (и единственное равновесие), тогда как обратное неверно, что соответствует и математической концепции устойчивости.

С развертыванием исследований по равновесию экономико-математический арсенал пополнялся новыми инструментами анализа условий его достижения. Уже в 1981 г. В.Л. Макаров отмечал, что различных определений экономического равновесия накопилось достаточно много, но наиболее широко используемым и классическим из них стало равновесие в смысле Л. Вальраса (L. Walras) — К. Эрроу (K. Arrow) — Ж. Дебре (G. Debreu). Хотя формализованную схему равновесия как баланса спроса и предложения выдвинул Л. Вальрас (L. Walras), он не поднимал вопроса о существовании состояния равновесия в экономике. В начале 50-х годов прошлого века будущие лауреаты Нобелевской премии за вклад в разработку теории общего равновесия К. Эрроу (K. Arrow) и Ж. Дебре (G. Debreu), а также Л. Маккензи (L. McKenzie), Д. Гейл (D. Gale), Х. Никайдо (H. Nikaido), Г. Кун (H. Kuhn), Р. Дорфман (R. Dorfman), П. Самуэльсон (P. Samuelson) и Р. Солоу (R. Solow), с помощью модельных конструкций обратились к проблематике **существования равновесия** в экономической системе.

В произведениях основоположников обретение хозяйственной системой равновесия не подвергалось сомнению, поскольку априори предполагалось, что спрос и предложение товара неизбежно сблизятся и найдут общую точку. Уже в трактате Ж.-Б. Сэя (J.-B. Say), проникнутого идеей о том, что предложение товаров само по себе рождает его спрос, заложена мысль об их сбалансировании: производитель после того, как продал свой товар, сам становится покупателем необходимых ему товаров и тем самым содействует тенденции нарастающего спроса. Говоря о рынке труда, Ж.-Б. Сэй (J.-B. Say) не сомневался в том, что независимо от соотношения между спросом и предложением труда со временем они так или иначе приходят к равенству [379]. *Гипотеза о свойстве саморегулирования рынка и соответствии совокупного спроса совокупному предложению была характерной для раннего периода зарождения экономической науки, а учение об этом стало предтечей более поздних подходов к исследованию рыночного равновесия.*

Неудивительно, что механизм достижения равновесного положения выглядел весьма простым и сводился к конкуренции со стороны производителей (предложение превышает спрос) или покупателей (спрос превышает предложение) товаров. В результате влияния конкурентных сил произойдет подстройка стоимости товара, и к обоюдному согласию производителей (продавцов) и покупателей товар будет реализован. В частности, Дж. Милль (J. Mill) рассуждал следующим образом: «Спрос и предложение, требуемое количество и предложенное количество обязательно уравниваются. Если в какой-то момент они не равны, конкуренция уравнивает их, и делается это посредством регулирования стоимости» [253, с. 186].

Среди наших соотечественников также проводились исследования, в которых фигурировали соотношения спроса и предложения. Уже в 1915 году Е.Е. Слуцкий опубликовал в итальянском журнале статью, посвященную теории сбалансированного бюджета потребителя. Спустя почти полвека (в 1963 году), она впервые была представлена читателям на русском языке и поведала об изучении взаимозависимости спроса, цен и дохода потребителей. Один из родоначальников прагматологии, Е.Е. Слуцкий обратился к проблеме выбора наиболее предпочтительного набора потребительских благ и согласно подходу В. Парето (V. Pareto) принял положение о том, что отвечающий ему бюджет индивида обладает одинаковой или наивысшей величиной функции полезности среди всех близких к нему состояний. «Такое положение можно назвать состоянием равновесия, — писал Е.Е. Слуцкий. — Оно будет *устойчивым*, если всякое отступление от него стремится уменьшить полезность, и *неустойчивым* в противном случае» (выделено в тексте Е.Е. Слуцким) [360, с. 243]. При этом автор дал понять, что выяснение условий устойчивости — задача величайшей важности в теории индивидуальных бюджетов.

Вместе с тем объяснение действия механизма рыночного равновесия влиянием лишь сил конкуренции уже не могло удовлетворить аналитиков: необходимо было строгое доказательство процесса движения экономической системы к равновесному состоянию. Поэтому были предприняты попытки математического обоснования такого процесса при определенных допущениях, вводимых в модели аналитиками. Известно, что А. Вальд (A. Wald) изучал существование равновесия в мо-

дели Л. Вальраса (L. Walras) и исходил из того, что производство носит статический характер, выпуск каждого продукта линейно зависит от затрат на его изготовление и при заданной структуре спроса в состоянии равновесия издержки каждого продукта должны равняться его цене. В итоге с построением системы гипотез обосновывалось существование единственного статического равновесия. Впоследствии теорема А. Вальда (A. Wald) была доказана Г. Куном (H. Kuhn) с помощью аппарата линейного программирования, и существование равновесия при фиксированном наборе цен вытекало как следствие применения теоремы двойственности.

К. Эрроу (K. Arrow) и Ж. Дебре (G. Debreu), с одной стороны, и Л. Маккензи (L. McKenzie), с другой стороны, разработали модели конкурентной экономики и показали, что в них существует равновесие. Сравнение и анализ этих моделей позволили в дальнейшем Ж. Дебре (G. Debreu) несколько модифицировать их и построить модель, которая синтезирует положительные качества обеих моделей. *Модель К. Эрроу (K. Arrow) — Л. Гурвица (L. Hurwicz) имитировала поиск равновесного состояния тем, что участники обмена с помощью аукциониста итерационно сходились к точке равновесия, а модель К. Эрроу (K. Arrow) — Ж. Дебре (G. Debreu) на основе определенных правил (производители максимизируют свой доход при заданных ценах, а потребители максимизируют полезность при выполнении бюджетного ограничения) описывала процесс нахождения конкурентного равновесия. В подобной оптимизационной постановке с введением ряда математических предпосылок относительно функций (полезности) и множеств (потребительских благ и трудовых затрат, технологически допустимых векторов затрат–выпуска) доказывалось существование равновесия для условий совершенной конкуренции. Сам процесс регулирования рынка проводится с помощью механизма цен и распределения доходов.*

Со временем вальрасовское равновесие трансформировалось в динамическое равновесие в модели Дж. фон Неймана (J. von Neumann), в которой понятие равновесия включало в себя баланс спроса и предложения, а также и согласование интересов участников обмена. В этой модели вводились матрицы выпуска и затрат и допускалось, что продукт является результатом производственного процесса, но и он протекает с

использованием некоторого продукта системы. Вектор интенсивностей описывает в модели функционирование производственной системы в период времени, а цены на продукты относятся к разным моментам времени и образуют траекторию. Ожидая, что увеличение потребляемых в производстве товаров приводит к пропорциональному росту объема выпуска, Дж. фон Нейман (J. von Neumann) показывает: цены можно выбрать так, чтобы подобное расширение модели при некотором темпе можно интерпретировать как вид динамического экономического равновесия. Благодаря своим свойствам, такая модель является более общей, чем модель В. Леонтьева, которая становится частным случаем модели Дж. фон Неймана (J. von Neumann).

В понимании атрибута равновесия здесь знаменательно то, что, *наряду со статической картиной покоя, которая часто ассоциировалась с равновесием, получало распространение ее толкование траекторией движения определенного типа. В такой интерпретации равновесие по Дж. фон Нейману (J. von Neumann) представляет собой состояние сбалансированного роста, в котором цены и норма процента с течением времени остаются постоянными, а интенсивности производственных процессов возрастают или уменьшаются в геометрической прогрессии с одним и тем же знаменателем для всех процессов.* И хотя равновесие по-прежнему характеризовало состояние динамической системы, последовательность подобных состояний формировало равновесную траекторию и потому выражало качественную черту процесса движения в целом.

Предпринятые в моделировании усилия были направлены, в частности, на дальнейшее обобщение полученных ранее результатов и формализацию новых аспектов экономики, что придавало моделям еще больше универсализма и полноты. В порядке примера приведем модель общего равновесия, построенную В.Л. Макаровым, которая не содержит разделения участников экономической системы на потребителей и производителей. Вместе с тем она позволяет учитывать социальные факторы (традиции, моду, зависть и т.д.) и охватывает как частные случаи модели Л. Вальраса (L. Walras) и К. Эрроу — Ж. Дебре (K. Arrow — G. Debreu).

Схематический анализ экономических величин в теории общего равновесия, вообще говоря, не находил тех или иных

преград для обретения равновесного состояния. Когда такие величины становились известными, появлялась возможность получить недостающие элементы искомого равновесия рынка. «Обнаруживается одно из свойств равновесия, — писал Л. Столеру (L. Stoleru), — которое состоит в том, что такое состояние всегда существует, т.е. в экономике нет каких-либо форм структурной несовместимости, препятствующих реализации различных процессов выравнивания» [378, с. 215–216]. Однако вопрос о реализации равновесного состояния не исчерпывался констатацией его осуществимости и оставался открытым для аналитической аргументации.

В ходе исследований ученые приходили к выводу о том, что *динамические модели анализа устойчивости равновесия могут приводить к различным условиям устойчивости*. Подход Л. Вальраса (L. Walras) опирается на понятия избыточного спроса и избыточного предложения, и процесс «нащупывания» равновесной цены, при достижении которой избыток спроса или предложения становятся равными нулю. Подход А. Маршалла (A. Marshall) акцентирует внимание на разности цен спроса и предложения, при совпадении которых прекращается процесс подстройки объема предложения. Модель Л. Вальраса (L. Walras) лучше отражает процесс приближения к равновесию в коротком периоде времени, модель А. Маршалла (A. Marshall) — в длительном.

Подчеркнем, что авторские концепции построения модели воплощались в содержании вводимых предположений и ограничений, которые создавали те или иные условия для движения к равновесию. Поэтому и само равновесие несло на себе отпечаток математических конструкций и носило специфически модельный характер. Так возникала необходимость не только в формализованном, но и вербальном объяснении равновесного положения системы.

Даже в рамках одной модели с изменением допущений вопрос о достижении равновесия и устойчивости мог быть решен по-разному, вследствие чего правомерно стали полагать, что эти понятия должны быть определены в каждом конкретном случае. *Равновесие и устойчивость системы уже не могли рассматриваться сами по себе без сопровождения указаний модельных особенностей*. «Хотя, конечно, всегда можно сформулировать какие угодно определения устойчивости,

невозможно *вывести* их без неявного введения некоторых динамических соображений относительно поведения системы *вне* стационарного равновесия, — считает П. Самуэльсон (P. Samuelson). — Для каждой предложенной динамической системы подразумеваются также и различные условия устойчивости» (выделено в тексте П. Самуэльсоном) [348, с. 21]. Добавим к этому замечания К. Ланкастера (K. Lancaster) о том, что математическая модель может иметь несколько различных критериев устойчивости, которые зависят от содержательного смысла модели, и Р. Аллена (R. Allen) о том, что рыночное равновесие может считаться устойчивым при одних динамических условиях и неустойчивым при других [11; 209].

Однако, несмотря на углубленную проработку темы существования равновесия в теоретическом аспекте, обретение его в процессе реальной деятельности вызывало обоснованные сомнения, и причиной тому по меньшей мере являются три главные проблемы.

Во-первых, для суждения о равновесии необходимо знать функции кривых спроса и предложения, а их определение на практике представляет немалую трудность. И поскольку уверенности в их объективности нет, то и фиксация равновесного состояния имеет налет загадочности для аналитика. Словом, мы вновь встречаемся с проблемой наблюдаемости систем и измеримости экономических показателей их поведения.

Во-вторых, даже если согласиться с возможностью достижения равновесия в принципе, влияние на систему нерегулярных сил, о которых шла речь выше, «раскачивает» ее и постоянно смещает состояние системы относительно положения равновесия. Иными словами, имеет место отклонение системы от равновесного состояния из-за действия различного рода возмущений, что и побуждает говорить об устойчивом и неустойчивом равновесии системы. Создаваемый конкуренцией порядок, по мнению Ф. Хайека (F. Hayek), экономисты обычно называют равновесием, которое никогда реально не существует, хотя и допускает достаточно высокую степень приближения к нему [410].

И в-третьих, обретение равновесия предприятия в экономике совершенной конкуренции весьма непросто, поскольку опирается на экзогенно задаваемые цены, которые не учитывают индивидуальные особенности производителей. Тем

самым считается, что цены на потребляемые предприятием ресурсы заведомо являются для них приемлемыми, а технологические ограничения предприятий не препятствуют выбору выгодного объема выпуска продукции. К тому же реагирование предприятий на конъюнктуру цен по предположению должно быть гибким и быстрым, представляя собой большую натяжку: маневрирование производственными мощностями имеет свои пределы как по времени, так и по номенклатуре и объему выпуска продукции.

Подобное упрощение модели равновесия позволяет говорить о том, что микроэкономическая наука скорее направлена то, чтобы объяснить механизм цен и распределения ресурсов, но не предложить теорию управления предприятиями. И правда, если модели не обосновывают выбор управленческих решений, тогда в чем ценность предлагаемых ими теоретических схем? Они раскрывают сущность равновесия и передают смысл концепции равновесного состояния производственных систем.

Наряду с этим, нельзя забывать и о том, что *сложившиеся экономические условия могут блокировать движение системы к равновесию, и тогда она будет пребывать в неравновесном положении независимо от влияния возмущений*¹. Но если доказано, что у конкретной системы существует множество равновесных состояний, то среди них должны быть и устойчивые, и неустойчивые. «Экономика совсем не обязательно достигает состояния равновесия, — размышлял В. Леонтьев. — Такого состояния может не быть вовсе или их может быть несколько, но в последнем случае обязательно должны быть состояния как устойчивого, так и неустойчивого равновесия» [215, с. 179]. В продолжение отметим, что, согласно теореме «разделения» П. Самуэльсона (P. Samuelson), уточняется порядок следования этих состояний: точки устойчивого равновесия (на небольшом промежутке) отделены друг от друга точками неустойчивого равновесия, и наоборот.

В качестве примера такой системы можно сослаться на модель экономического цикла Н. Калдора (N. Kaldor), предла-

¹ По-видимому, здесь можно провести аналогию с живыми системами. Ведь они «непрерывно сами создают условия нарушенного равновесия, связывая в нераздельном единстве внесение или углубление нарушений равновесия с окружающим миром и борьбу за их минимизацию», о чем упоминал Н.А. Бернштейн [47, с. 287].

гающей эндогенное объяснение конъюнктурных колебаний. Исходя из нелинейной зависимости инвестиций и сбережений от реального национального дохода y , предполагается, что при низком уровне занятости рост национального дохода почти не увеличивает инвестиций (избыток свободных мощностей предприятий), но при этом велика предельная склонность к сбережениям в связи с заботой индивидуумов о своем благосостоянии. В периоды высокого уровня национального дохода инвестирование сдерживается возрастающими издержками, вследствие повышенных ставок процента и заработной платы, зато предельная склонность к сбережению, наоборот, увеличивается. Если наложить графики зависимостей инвестиций I и сбережений S от реального национального дохода y , то получим три точки пересечения A , B и C , которым соответствуют состояния равновесия системы (рис. 3.11) [380, с. 277–279].

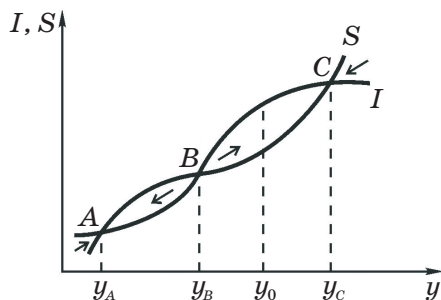


Рис. 3.11. Состояния устойчивого (A и C) и неустойчивого (B) равновесия в модели Н. Калдора (N. Kaldor)

Анализ показывает, что в точках A и C состояние краткосрочного равновесия устойчиво, а в точке B неустойчиво (в этом случае на участке от y_A до y_B превышение сбережений над инвестициями ведет к сокращению производства, а на участке от y_B до y_C из-за превышения инвестиций возникает дефицит благ, который стимулирует наращивание производства).

Логика исследований привела к анализу взаимосвязи равновесного и оптимального состояний экономической системы. Децентрализованное принятие решений производителями и потребителями в совершенно конкурентной экономике примечательно тем, что по достижении равновесия участники обмена добиваются своих целей. Благодаря проведенным математичес-

ким изысканиям, К. Эрроу (K. Arrow) и Ж. Дебре (G. Debreu) обосновали экстремальный характер предложенной модели и вывод об оптимальности экономического равновесия, опираясь на свойство оптимальности по В. Парето (V. Pareto) как совокупности неулучшаемых решений.

В экономике такая идеальная ситуация привлекала тем, что служила эталоном отношений всех взаимодействующих участников обмена ресурсами, когда каждый из них имел максимально возможную реализацию своих устремлений. Она отвечала преследуемым ими целям и потому останавливала их поиск более выгодных решений, которые принимались с учетом выбора остальных участников. «В широком смысле общественная система находится в равновесии, — определял Ж. Дебре (G. Debreu), — если при заданных внешних условиях ни один из ее участников не заинтересован в изменении своих действий. При этом в понятие внешних условий для каждого участника включаются действия всех других участников» [123, с. 157]. Речь может идти, например, об оптимальном распределении наличного запаса товаров среди потребителей: каждый из них при таком распределении получает наибольшее удовлетворение, выражаемое показателем функции полезности. Какое-либо перераспределение товаров с улучшением положения одного из потребителей лишь ухудшает положение хотя бы одного другого потребителя.

Приведенная трактовка равновесного состояния системы, в котором налицо согласование интересов и возможностей участников экономического взаимодействия, и отличалась сбалансированностью всех процессов, завоевала признание и до настоящего времени не утратила своей ценности. Равновесность состояния может быть представлена следующей ситуацией, которая почерпнута из книги Л.В. Канторовича и А.Б. Горстко: «Состояние равновесия в экономике — это такое положение, когда ни одно предприятие не может добиться большей прибыли при сложившихся ценах и ни один потребитель не может приобрести больше без дополнительных затрат» [153, с. 141]. Подобное состояние демонстрирует достигнутый компромисс и увязывание действий сторон.

В формальном отношении равновесие системы означает, что ее показатели приближаются друг к другу и в конце концов численно совпадают. Тогда математически констатируется их

свойство выравнивания, как, например, у Р. Солоу (R. Solow) по поводу нормы дохода рынков активов, которые «могут находиться в равновесии, только когда все активы, характеризующиеся данной степенью риска, приносят одинаковую норму дохода» [372, с. 307].

Вместе с тем аналитики не всегда ограничиваются классическим определением Парето-оптимальных состояний и вносят в него нюансировку, выделяя среди состояний слабые и строгие оптимумы. Так, раскрывая свойство оптимальности, И. Экланд (I. Ekeland) дает более подробное толкование его: распределение оптимально в смысле В. Парето (V. Pareto), если в пределах имеющихся ресурсов невозможно одновременно улучшить долю каждого участника экономики, будем ли мы строго увеличивать ее для всех (слабый оптимум) или оставим, по крайней мере, такой же для всех, а для одного индивида строго улучшим (строгий оптимум). «Заметим, — пишет он, — что первое сделать труднее, чем второе; каждый строгий оптимум Парето является слабым оптимумом» [468, с. 58].

Кроме того, в экономической системе может существовать согласованное состояние, называемое полуравновесием. Введение этого понятия продиктовано тем, что равновесие символизирует баланс спроса и предложения, тогда как в системах может сложиться более общая ситуация, когда спрос не больше предложения. Ясно, что такая ситуация выглядит более реалистичной по сравнению с той, когда равновесие выдерживается точь-в-точь. Поэтому полуравновесие отличается от состояния равновесия тем, что в нем не требуется обязательного равенства спроса и предложения, поскольку в полуравновесии допускается превышение предложения над спросом. Как следствие, из положения полуравновесия спроса и предложения вытекает, что получаемые цены товаров также становятся полуравновесными.

Проблема существования и оптимальности равновесных состояний систем органично смыкается с задачей выяснения *единственности равновесия*. Ведь возможность обретения системой сбалансированного положения отнюдь не означает, что она не может обладать двумя и более подобными состояниями. Аналитики обращали внимание на то, что, в зависимости от условий деятельности экономической системы, она может иметь множество состояний равновесия. Исследова-

ния с очевидностью показывали: даже равновесие в общей модели Л. Вальраса (L. Walras) возможно не при всех действиях участников экономической системы. Оно достигается лишь при некоторых предположениях, но вместе с тем может существовать и несколько равновесных состояний.

Уже в первых модельных конструкциях поиска равновесия аналитики столкнулись с тем фактом, что его нахождение не могло быть свободным от исходных условий, заложенных в схему конкретной задачи. По утверждению Л. Клейна (L. Klein), оптимальное по В. Парето (V. Pareto) равновесное решение не является единственно возможным. Ведь «каждому варианту распределения богатства или первоначальной собственности среди членов общества соответствует свой оптимум, и рыночная система не отвечает на вопрос о том, как следует выбирать этот вариант; в общем, оптимальность решения зависит от выбора параметров имущественного распределения» [57, с. 29–30].

С признанием того обстоятельства, что может быть более, чем одно, состояние равновесия, возникал вопрос о том, ограничено ли каким-либо пределом их множество у системы? В 1970 году в статье Ж. Дебре (G. Debreu) было строго доказано, что в «типичной ситуации» существует лишь конечное число равновесий. Проблема единственности равновесия осложняется тем обстоятельством, что появляется возможность парадоксальных реакций экономической системы на внешние воздействия. Тем самым, по мысли В.М. Полтеровича, это свидетельствует о не вполне понимаемых еще условиях, которым подчинено поведение реальной экономической системы. Примечательно, что множественность равновесных состояний системы, как правило, не совместима с глобальной устойчивостью.

В развиваемой ныне синергетической экономике предметом исследования служат ситуации с множеством состояний равновесий, которыми обладают нелинейные динамические системы. В них *вблизи критических точек наблюдается неординарное поведение, когда малые сдвиги в значениях переменных провоцируют резкие изменения в траектории движения системы. В таких точках бифуркации конкретное направление траектории зависит от действия слабых (иногда к тому же случайных) возмущений, и эволюция системы становится трудно предсказуемой*, о чем пойдет речь ниже (§ 4.3).

Особое значение в анализе равновесия экономических систем имело обоснование условий *устойчивости равновесия*. В рамках естественно-научных представлений (§ 3.1) устойчивость равновесия системы означает ее способность находиться вблизи равновесного состояния при влиянии возмущающих сил: если при достаточно малых воздействиях скорость отклонения и само отклонение от равновесия будут сколь угодно малыми, оно и будет устойчивым. В строгой математической трактовке по А.М. Ляпунову, состояние равновесия называется устойчивым, если при любой заданной области допустимых отклонений от состояния равновесия (например, область ϵ -окрестности вокруг точки равновесия O на рис. 3.12) можно указать область $\delta(\epsilon)$ -окрестности начальных условий, окружающую точку равновесия (но не состоящую из одной только точки равновесия) и обладающую тем свойством, что ни одно движение, начинающееся внутри области $\delta(\epsilon)$ -окрестности, никогда не достигнет границ области допустимых отклонений, образуемой ϵ -окрестностью [404, с. 288–289].

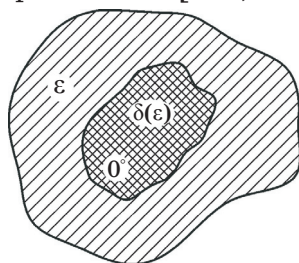


Рис. 3.12. Устойчивое состояние равновесия O в окружении областей начальных условий $\delta(\epsilon)$ -окрестности и допустимых отклонений ϵ -окрестности

По сути дела, поиск и аргументация устойчивых состояний равновесия служило продолжением анализа существования положения равновесия системы, поскольку при отсутствии их вряд ли был смысл заниматься изучением свойства устойчивости. Ведь именно сомнения в способности экономической системы достигать равновесия, ввиду действия помех, и питали пессимизм в отношении устойчивости этого состояния, в то время как обретение системой равновесия предполагало выяснение предпосылок его сохранения и утрачивания в возмущенной среде.

С давних пор динамический подход к исследованию поведения экономической системы считал истиной то, что в действительности она не пребывает в состоянии равновесия и отклоняется от него в какую-либо сторону. Раскрывая особенности мануфактурного производства, еще К. Маркс (K. Marx) был уверен в том, что «прихотливая игра случая и произвола определяет собой распределение товаропроизводителей и средств их производства между различными отраслями общественного труда», однако при этом «различные сферы производства постоянно стремятся к равновесию», причем «эта постоянная тенденция различных сфер производства к равновесию является лишь реакцией против постоянного нарушения этого равновесия» [236, с. 368].

Из приведенной цитаты К. Маркса (K. Marx) видно, что для экономической системы не характерно стабильное положение равновесия: налицо лишь «тяготение» системы к этому состоянию. Похожей точки зрения придерживается Дж. Вайнер (J. Viner): «Обычная экономическая ситуация представляет собой скорее случай неравновесного движения в сторону равновесия, нежели случай реализованного равновесия» [69, с. 103]. У Я. Корнаи (J. Kornai) мы встречаем, что реальные экономические системы отклоняются от состояния равновесия по Л. Вальрасу (L. Walras), причем не только по моментальным колебаниям, но и за продолжительный период [186].

Пожалуй, в вопросе о динамическом равновесии системы аналитики достаточно единодушны, предоставляя возможность читателям судить о широком спектре причин нарушения равновесных состояний экономических систем. Среди них, прежде всего, называют непостоянство приложенных к системе сил, вследствие чего их равнодействующая не оставляет систему в покое. Размышляя по этому поводу, А.А. Богданов писал о том, что подвижное равновесие всегда только приближительное, поскольку не может быть полного и безусловного равенства противоположных изменений. Е.Е. Слуцкий обращал внимание на тот факт, что бесчисленные воздействия на индивидуальный бюджет нарушают его равновесие.

Смещение равновесия вызывают разного рода возмущения, влияющие на поведение системы. По П. Самуэльсону (P. Samuelson), «в реальной жизни положения равновесия всегда нарушаются. Как только в результате экономии до-

стигается новое равновесие, возникает новая помеха, опять нарушающая его» [347, с. 111]. Подобные отклонения от равновесия составляют типичную черту современной экономики со свойственными ей скоростными сдвигами в конкурентном окружении предприятий и трудно определяемыми факторами воздействия, среди которых инновации в технике, технологии, коммуникациях и др. *Интенсификация возмущающих сил создает «вихревые потоки» перемен, уводящих траекторию движения предприятий от равновесного режима и увлекающих ее в пространство будущих бифуркаций.*

Согласно теории экономической динамики Й. Шумпетера (J. Schumpeter), «в рамках строго закономерной и статистически выявляемой смены система вначале удаляется от равновесия, а затем опять стремится к равновесию, правда, уже другому, в полном соответствии с тем, как того требует теория укоренения новых комбинаций (подъем) и приспособления экономического организма к изменившейся по этой причине ситуации (депрессия)» [463, с. 50]. В его понимании развитие выражает себя в изменении траектории, по которой осуществляется кругооборот, и смещении положения равновесия, в отличие от процесса движения в направлении состояния равновесия. Современная трактовка развития предприятия исходит из необходимости модернизации его деятельности, что и обеспечивает предприятию адаптацию к внутренним и внешним изменениям, означая обеспечение его организационной устойчивости.

Вообще говоря, изучением устойчивости равновесия стали заниматься еще в тот исторический период, когда формировалась концепция экономического оптимума. Обоснование тезиса об эффективности равновесного состояния подразумевает и поиск ответа на вопрос о том, может ли такое состояние сохраняться достаточно долго. По этому поводу известно суждение В. Парето (V. Pareto): стабильное равновесие «определяется таким образом, что при незначительном нарушении стремится немедленно быть восстановленным» [36, с. 264]. В содержательном аспекте такое заключение не вызывает нареканий, поскольку в духе толкования А.М. Ляпунова оговаривает незначительные отклонения состояния системы и требует последующего возвращения к нему. При этом, однако, вряд ли оправдано ожидать мгновенного достижения равновесного положения, поскольку скорость движения к нему может варьироваться в широких пределах.

В учении Н.Д. Кондратьева равновесные состояния системы могут быть устойчивыми, неустойчивыми и безразличными. При этом устойчивое равновесие экономической системы понимается в «механическом» смысле, т.е. нарушенное пертурбирующей силой устойчивое равновесие не только восстанавливается, но и восстанавливается в прежнем виде, после прекращения действия этой силы. *Как и в отношении состояния равновесия, желание системы отыскать устойчивое равновесие необходимо рассматривать лишь в качестве закономерности, но не свершившейся реальности. Устойчивым является не равновесие рынка, а лишь тенденция его поиска, если оно нарушено. Отсюда видим лишь стремление экономической системы к равновесному положению, но не обязательно его осуществление.*

Приведем высказывание по поводу равновесия и Ф. Найта (F. Knight): «Это состояние следует рассматривать только как теоретический результат, вытекающий из определенной тенденции, которая под воздействием других тенденций может претерпевать сколь угодно сильные изменения или вообще смениться на противоположную» [266, с. 152]. Тем самым в конкретной ситуации равновесие отнюдь не представляет собой заранее прогнозируемый итог, поскольку такое предвидение осложняется действием многообразных, в том числе и непредсказуемых факторов.

Генератор мощных и спорадических возмущений — НТР, благодаря которой происходит насыщение рынка наукоемкой продукцией и интеллектуализация технической базы отраслей промышленности. Наряду с этим, воздействие НТР сказывается и на конкурентных позициях предприятий, их способности принять вызов производителей высокотехнологичной продукции, что вынуждает их рисковать и заниматься венчурным бизнесом. В результате траектория движения предприятий утрачивает монотонность и приобретает размашистый характер с заметными отклонениями от равновесного поведения. «Под влиянием научно-технического прогресса, повышения эффективности производственных ресурсов рыночная экономика превращается в динамически неустойчивую, в которой равновесие выступает лишь как момент, короткая фаза в воспроизводственном процессе, проявляющаяся в виде кризиса, — насильственного (стихийного) достижения пропорцио-

нальности» [117, с. 417]. С этим трудно не согласиться. НТР не только вызывала перевороты в технологии производства, но и время от времени сильно «будоражила» процесс деятельности предприятий, подвергая их то искушению ринуться в слабо освоенную продуктовую нишу рынка, то опасности остаться среди аутсайдеров конкурентной борьбы. В том и другом сценарии движение предприятия становилось неравномерным с достаточной крутизной и амплитудой.

Несмотря на это, внимание аналитиков сосредоточивалось на механизме поддержания равновесного состояния экономической системы, благодаря которому и сохранялась его устойчивость. Аналогия с равновесием физической системы позволила выдвинуть гипотезу о том, что и экономика обладает имманентным свойством склонности к некоторому стационарному состоянию. Универсальность такого поведения объектов убеждала классиков экономической науки в необходимости принятия принципа устойчивого равновесия и в хозяйственных системах. С точки зрения А. Маршалла (A. Marshall), «когда спрос и предложение оказываются в положении устойчивого равновесия, то в случае, если что-нибудь сдвинет объем производства с его равновесного состояния, немедленно начнут действовать силы, толкающие его к возврату в прежнее положение, точно так же, как если подвешенный на веревке камень сместить с его равновесного состояния, он немедленно устремится назад, в свое равновесное положение» [240, с. 29].

Акцентируя внимание на взаимосвязи экономических процессов (рынков готовых товаров, факторов производства, взаимных услуг и промежуточных продуктов), Дж. Хикс (J. Hicks) отмечает недостаточность схемы частичного равновесия для объяснения феномена устойчивого равновесия и конструирует схему общего равновесия на динамических основаниях. В ходе анализа равновесного состояния он делал вывод о том, что для стабильности состояния равновесия необходимо, чтобы при малейшем отклонении системы от этого состояния начинали действовать силы, стремящиеся восстановить равновесие, причем условием стабильности равновесия он видел возрастание избыточного спроса при падении цены.

Вместе с тем проблема состоит в том, что *существование равновесия и даже приближение системы к нему еще не гарантируют того, что система в действительности обретет*

его. Даже в самом благоприятном случае, когда система неуклонно продвигается к состоянию равновесия с довольно малой скоростью, достижение равновесия может считаться предположением. Модели, исключаящие какие-либо значительные изменения на протяжении длительного периода времени, впоследствии не привлекали интереса Дж. Хикса (J. Hicks).

В литературе нередко высказываются соображения относительно предпосылок, указывающих на равновесную ориентацию экономической системы. Так, обсуждая концепцию равновесия Я. Тинбергена (J. Tinbergen), Г. Гейер (H. Geyer) приводит его слова о том, что «равновесный процесс считался тем более устойчивым, чем более демпфированы колебания около этого равновесного процесса», а в идеальном случае «экономика после внешнего возмущения очень быстро возвращалась бы снова приблизительно в равновесное состояние» [92, с. 80–81].

В изучении механизма закономерного движения системы к равновесию было обращено внимание на подобное свойство в естествознании. Предложенный в общем виде французским химиком А. Ле Шателье (H. Le Châtelier) и обоснованный немецким физиком К. Брауном (K. Braun), принцип позволял определить направление смещения равновесия без выяснения условий его обеспечения: если внешнее воздействие на систему выводит ее из положения равновесия, то в ней возникают процессы, которые будут ослаблять влияние этого воздействия. Заимствованный из термодинамики, принцип А. Ле Шателье (H. Le Châtelier) — К. Брауна (K. Braun) был востребован для объяснения природы устойчивого равновесия экономических систем. Упоминание о нем мы находим в «Тектологии» А.А. Богданова [55, с. 249] и в книге М. Моришимы (M. Morishima) «Равновесие, устойчивость, рост (Многоотраслевой анализ)» под названием «принципа Ле Шателье — Самуэльсона» [263, с. 15].

Однако и с введением этого принципа у аналитиков не ушло ощущение незавершенности изучения механизма обретения равновесного состояния. *Перенос термодинамических представлений в экономическую сферу методологически полезен, но не проливает свет на то, какие силы и как продвигают систему к положению равновесия.* Наряду с этим, не удовлетворял и модельный аппарат исследования устойчивости, далекий от воспроизведения даже первых версий схем рынка.

Иногда в литературе толкование условия устойчивого равновесия подменяется описанием схемы балансирования спроса и предложения. Так Р.М. Нуреев и Ю.В. Латов считают, что устойчивое равновесие достигается тогда, когда отклонения цен спроса от цен предложения постепенно погашаются, стремясь к равновесной цене, а объем предложения приспособливается к объему спроса [283, с. 131]. Не оспаривая подобной картины приближения системы к состоянию равновесия, трудно увидеть в ней критерий устойчивости. Если такое равновесие будет нарушено, можно ли быть уверенным в том, что оно восстановится в системе? Как видим, оснований для этого нет.

В.М. Полтерович утверждает, что, несмотря на исследования Л. Вальраса (L. Walras), П. Самуэльсона (P. Samuelson), К. Эрроу (K. Arrow), Л. Гурвица (L. Hurwicz) и других аналитиков, принципиально вопрос о том, как происходит процесс нахождения равновесия в экономической системе, до сих пор не решен. В этой связи К. Эрроу (K. Arrow) убежден, что опирающаяся на концепцию Л. Вальраса (L. Walras) теория устойчивости «энергично развивается теоретически, хотя и не получила достаточного эмпирического применения. Она содержит механизм обратной связи, который корректирует ошибки, возникающие при установлении цен, посредством неравновесий, которые они вызывают. Такой подход специфицирует и объясняет функционирование рынка. Но, с одной стороны, модели устойчивости далеко не адекватно представляют даже динамику неоклассических моделей, и, возможно, именно поэтому результаты этих моделей отнюдь не обязательно совместимы с устойчивостью процесса корректировки, а с другой стороны, неясны стимулы, запускающие механизм обратной связи в них» [479, с. 15].

Проникновение идей теории устойчивости в экономические исследования привело к тому, что *понятия локальной и глобальной устойчивости овладели аналитиками и нашли приложения в изучении равновесных состояний. В соответствии с учением А.М. Ляпунова локально устойчивым признавали равновесие в том случае, если цены стремятся к равновесным при условии, что начальные значения цен достаточно близки к равновесным. Если сходимостъ цен выполняется при любых их начальных значениях при бесконечном возрастании параметра времени, равновесие полагали глобально*

устойчивым или просто устойчивым. В частности, Э. Маленво (E. Malinvaud) для процедуры «нащупывания» Л. Вальраса (L. Walras) формулирует теорему о локальной и глобальной устойчивости, формализуя эту процедуру с помощью дифференциальных уравнений — зависимостей темпа пересмотра цены от пропорционального превышения спроса над предложением. Отмечаемая идеализация этой процедуры состоит в том, что, согласно выдвигаемому предположению, обмен проводится лишь при равновесных ценах, тогда как при других ценах сделки с товарами не совершаются. Столь сильное ограничительное предположение побудило аналитиков отбросить это допущение, и впоследствии устойчивость была исследована, в частности, Т. Негиши (T. Negishe), Х. Удзава (H. Uzawa), Ф. Ханом (F. Hahn) без процесса «нащупывания».

Вместе с тем характер проводимых исследований позволил М. Моришима (M. Morishima) заявить в 1964 г., что в теории устойчивости остается нерешенным такой важный вопрос, как глобальная устойчивость экономического равновесия, который изучен еще не полностью, поскольку большинство исследований касаются только локальной устойчивости.

Обсуждая свойство устойчивого равновесия, заметим, что подчас авторы без достаточных доводов полагают устойчивость систем абсолютной, т.е. сохраняемой при любых возмущениях. Так и сегодня можно встретить точку зрения, что микроэкономическое равновесие всегда устойчиво, в то время как макроэкономическое может быть как устойчивым, так и неустойчивым. В микроэкономике «равновесие отличается устойчивостью, так как предполагается, что ни одна из сторон на рынке не будет пытаться продавать или покупать по какой-либо иной, отличной от равновесной, цене», — утверждается в англо-русском толковом словаре по экономике. Но макроэкономические равновесия, читаем там же, могут быть устойчивыми или неустойчивыми. И устойчивым считается равновесие, при котором неудачи в реализации планов побуждают так изменить их, что экономика в целом станет приближаться к равновесию [54, с. 242]. Такой подход отказывает микроэкономическим системам в неравновесном поведении, с чем трудно согласиться не только по теоретическим соображениям, но и практическому опыту деятельности отечественных промышленных предприятий в переходной экономике. Снижение платежеспособности

и деградация предприятий — самые убедительные свидетельства их уязвимости и зависимости от макроэкономических условий работы, способных пошатнуть равновесный режим предприятий и довести их до банкротства.

В настоящее время вопросы существования и устойчивости равновесных состояний системы оказались в поле зрения теории бифуркаций. Поскольку бифуркация представляет собой раздвоение некоторого процесса при изменении определенных параметров, т.е. скачкообразную перестройку поведения системы, такую метаморфозу часто называют катастрофой, а изучающую их математическую дисциплину — теорией катастроф.

С появлением такого изящного инструментария анализа хозяйственных ситуаций, как теория игр, исследование устойчивости экономических систем стало располагать добротным математическим арсеналом, благодаря которому оно обогатилось новыми конструктивными поисками и выводами. В предисловии к русскому переводу монографии «Теория игр и экономическое поведение» в 1967–1968 гг. О. Morgenштерн (O. Morgenstern) не преминул заметить, что «одним из возможных подходов к проблеме решений является выделение из всех множеств, описывающих исход игры, некоторых особых множеств, которые могут считаться в каком-то смысле «устойчивыми» [269, с. 19]. Там же он пишет о том, что идея ситуации равновесия в бескоалиционных играх n лиц впервые была введена Дж. Нэшем (J. Nash), который показал, что любая конечная игра n лиц имеет ситуацию равновесия в смешанных стратегиях, и были найдены ее математические доказательства, которые привели к эффективным схемам вычисления ситуаций равновесия.

Дж. Нэш (J. Nash) не только ввел понятие точки равновесия, но и пришел к выводу о том, что в игре двух лиц с нулевой суммой она соответствует максиминной точке. Она образуется в результате разумных действий игроков и обладает «зоной притяжения», поскольку отвечает ожиданиям игроков и потому побуждает стремиться к ней. Свойства такой седловой точки хорошо вписываются в распространенные представления о предпочтительности равновесного положения системы и сразу привлекают внимание экономистов.

Между тем вполне логичным было обобщение этих результатов для игры двух лиц на теорию игры n лиц. Для последней

точка равновесия представляет собой совокупность стратегий каждого игрока таких, что ни один из них не может увеличить свой доход, отказавшись от своей стратегии, если другие игроки не меняют своих стратегий. Дж. Нэш (J. Nash) показал, что всякая игра имеет по меньшей мере одну точку равновесия в смешанных стратегиях, но может не иметь точки равновесия в чистых стратегиях. При этом в общем случае точки равновесия не эквивалентны в том смысле, что не дают одних и тех же платежей, и не взаимозаменяемы, т.е. не будут уравновешены при взаимозамене стратегий. Между тем, как оказалось, теория Дж. Нэша (J. Nash) корректна лишь для тех игр, в которых не допускается сотрудничество игроков, так называемых «некооперативных» игр.

Для ситуаций антагонистического конфликта (интересы игроков прямо противоположны) в теории игр рассматриваются точки равновесия, которые являются устойчивыми на том основании, что отступление от них какого-либо игрока невыгодно, поскольку грозит ему потенциальным проигрышем. В таком равновесном состоянии балансируются интересы игроков, даже несмотря на то, что выигрыш какого-либо игрока может оказаться ниже максимального. Ведь желание получить больший выигрыш, чем в точке равновесия, может обернуться для игрока худшим исходом: поддавшись соблазну, он может получить еще меньше, чем в равновесном состоянии.

На этом положении базируется принцип устойчивости Дж. Нэша (J. Nash), утверждающий, что *выбор рациональной стратегии должен производиться среди множества точек равновесия*. Р. Зелтен (R. Selten) и Дж. Харшаньи (J. Harsanyi), удостоенные, как и Дж. Нэш (J. Nash), нобелевской премии по экономике за приоритетный вклад в анализ некооперативных игр, добились результатов в решении проблем достижения равновесия, когда конкурируют несколько продавцов (олигополия) и сталкиваются с необходимостью выбора решений в условиях неполной информации.

В простой модели олигопольного рынка — дуополии — при производстве двумя фирмами однородного товара каждая из них принимает решение о выпуске товара, считая, что конкурент будет изготавливать некоторое ожидаемое количество того же товара. В такой модели прибегают к кривым реагирования, состоящим из точек максимальной прибыли при

конкретной величине объема выпуска другой фирмы, и устойчивость равновесия сохраняется, если положение кривой реагирования первой фирмы круче, чем наклон кривой реагирования второй фирмы. Достигаемое в этом случае равновесие О. Курно (по имени французского экономиста А. Cournot) и есть некооперативное равновесие в дуополии: каждая фирма принимает решения, которые дают ей наибольшие прибыли при данных действиях своих конкурентов. Подразумевается, что фирмы выбирают объем выпуска продукции в предположении, что выбор конкурента сделан и определен заранее как постоянная величина, причем поведение конкурента является независимым от действий других фирм.

Наряду с равновесиями по В. Парето (V. Pareto) и Дж. Нэшу (J. Nash), в экономической теории рассматривается также равновесие по Г. фон Stackельбергу (или Г. фон Штакельбергу, H. von Stackelberg). В этом сценарии игроки могут выбирать различный стиль поведения, т.е. быть лидером или последователем. В такой ситуации последователь придерживается максимизирующего поведения как в дуополии О. Курно (A. Cournot) исходя из того, что выпуск продукции конкурента фиксирован. В отличие от последователя, лидер может предвидеть реакции других игроков и, выбирая стратегию, учитывает такое поведение последователя. В результате лидер действует в стиле монополиста, тогда как остальные игроки вынуждены смириться с ролью приспособляющихся субъектов рынка. Словом, равновесие по Г. фон Stackельбергу (H. von Stackelberg) соответствует состоянию, в котором ни один из игроков не может увеличить свой выигрыш в одностороннем порядке, причем принятие решения происходит одновременно, вследствие чего игрок выбирает решение, зная о решении другого игрока. В такой модели, как и в модели О. Курно (A. Cournot), может быть достигнуто устойчивое равновесие, но у лидера прибыль будет выше, чем у последователя. Иначе возникает неравновесное положение, и может разразиться «война цен», что потребует заключения соглашения между ними. Очевидно, в ситуации, когда оба дуополиста ведут себя как последователи, модель О. Курно (A. Cournot) становится частным случаем модели Г. фон Stackельберга (H. von Stackelberg).

В рамках проведенного обсуждения атрибута устойчивого равновесия представляется спорной точка зрения о том, что

понятия равновесия и устойчивости допускают смысловое отождествление. Ведь устойчивость может быть присуща и равновесному, и неравновесному состоянию системы, также как и прогрессивной и регрессивной (нежелательной) тенденции ее поведения. Другими словами, устойчивым может оставаться не только рост промышленного производства, но и повышение уровня инфляции и безработицы, снижение выпуска продукции и платежеспособности потребителей и т.д.

На этом основании само по себе свойство устойчивости вряд ли можно однозначно отнести к положительным, а неустойчивости — к отрицательным и в экономическом отношении ущербным. В конкретной ситуации и устойчивость, и неустойчивость могут квалифицироваться как позитивная и как негативная черта, в зависимости от содержания изучаемого процесса. Уместно в этой связи привести мнение В. Леонтьева: «Поскольку понятие устойчивости ассоциируется с чем-то хорошим, а понятие неустойчивости с чем-то плохим, большинство создателей экономических моделей отдадут... определенное предпочтение устойчивым системам и отвергают неустойчивые. Я, напротив, полагаю, что в каждом случае «стратегия» исследования должна быть приспособлена к свойствам динамических систем, наилучшим образом удовлетворяющих тому конкретному процессу развития, который необходимо объяснить» [215, с. 38–39].

В дальнейшем изложении различие свойств равновесия и устойчивости системы будет становиться более очевидным и отражать качественно иные процессы, наблюдаемые в эволюции системы. Вот почему автор разделяет мнение аналитиков, полагающих, что *при несомненной семантической близости понятий равновесия и устойчивости между ними все же пролегает определенная грань*. Поэтому дискуссионным представляется утверждение о том, что равновесие есть «устойчивость энергетического состояния» [355, с. 151]) или применяется как синоним устойчивости [469, с. 431]. Скорее здесь можно было бы говорить о вырожденном случае устойчивости, когда система поддерживает свое поведение при исчезающем (в пределе до нуля) влиянии возмущений. Но в том-то и дело, что понятие устойчивости характеризует поведение системы при действии возмущающих факторов, а не при их отсутствии. Что же касается влияния «нулевых» возмущений на деятель-

ность системы, то правильнее рассматривать такую ситуацию равновесной при ясном понимании того, какие «разнонаправленные силы» должны быть сбалансированы между собой и какие свойства системы являются при этом инвариантными.

Закономерный интерес представляет проблема связи *равновесия, устойчивости и оптимальности состояния* экономической системы. Уже по содержанию понятия равновесия можно предположить, что оно воплощает в себе идеал отношений взаимодействующих субъектов и отличается максимально возможной эффективностью. Мысль об этом уже пронизывала рассуждения о склонности экономической системы к его достижению, несмотря на возникающие помехи. В экономической теории превалирует мнение о том, что состояние, отличное от равновесного, не соответствует экономически выгодному положению его. Примером могут служить исследования Дж. Хикса (J. Hicks), опубликованные им в классическом произведении «Стоимость и капитал». Подводя черту под теоретическим анализом последствий нарушения равновесия, он резюмирует: «Таким образом, неравновесие свидетельствует о расточительности и о несовершенной эффективности производства» [418, с. 240]. Да и в более поздних исследованиях авторы видели непосредственную связь между равновесием, устойчивостью и оптимальностью состояния системы. В частности, Д. Гейл (D. Gale) в линейной модели производства с максимизацией дохода при фиксированном запасе ресурсов рассматривал равновесие цен при условии устойчивости в том смысле, что при оптимальном решении отпадает необходимость в изменении интенсивностей технологических процессов, поскольку не существует способа увеличения дохода. Аналогичен подход Д. Гейла (D. Gale) и в отношении устойчивости, связанном с ценовым фактором (цена товаров, имеющих избыток, равна нулю).

Между тем нельзя не сказать и о том, что подобная констатация не всегда принимается безоговорочно. Еще А. Маршалл (A. Marshall) полагал ошибочной доктрину максимального удовлетворения, когда ее рассматривают универсальной, ссылаясь на случай с многократным состоянием устойчивого равновесия. Ведь если экономическая система обладает множеством состояний устойчивого равновесия, возможно ли, что всем им присуща предельно высокая эффективность?

Ответ на этот вопрос дает Дж. Стиглер (G. Stigler). Лишь одно из нескольких состояний устойчивого равновесия может быть максимумом, считает он, отмечая заслугу в решении этого вопроса А. Маршалла (A. Marshall) и его предшественников Л. Вальраса (L. Walras) и Ф. Эджуорта (F. Edgeworth) [375].

Действительно, уже со времен Л. Вальраса (L. Walras) утверждение о максимальной эффективности равновесного положения было закреплено в концептуальных разработках, но довольно оригинальная аргументация его была предложена в середине прошлого века экономистом–математиком М. Алле (M. Allais). В книге «В поисках экономической дисциплины» он дал доказательство двух фундаментальных положений: всякая равновесная ситуация рыночной экономики отличается максимальной эффективностью, и, наоборот, всякая ситуация максимальной эффективности является равновесной (теоремы эквивалентности). В его концепции общее экономическое равновесие и максимальная эффективность достигаются лишь тогда, когда уже исчезает какой-либо реализуемый излишек.

С учетом анализа реального поведения экономических субъектов М. Алле (M. Allais) формулирует шесть общих принципов поведения (предпочтения, технической эффективности, излишка, распределения, рынка и участия). Удовлетворяющая этим принципам точка в пространстве индексов непрерывно приближается к множеству состояний максимальной эффективности и, как только точка оказывается на поверхности максимальных возможностей или близкой к ней, обмены завершаются и наступает состояние стабильного равновесия. В том случае, если принципы М. Алле (M. Allais) действуют постоянно, экономика развивается в направлении равновесного состояния и это состояние будет устойчивым [9; 10]. На основании теоремы динамической эволюции развитие экономики рынков ведет к стабильному равновесию, и любому состоянию максимальной эффективности экономики в целом отвечает бесконечное число способов экономического развития. В результате предельная эффективность экономического равновесия достижима, но конкретную траекторию движения системы к нему заранее предвидеть весьма затруднительно.

Поскольку по сложившейся парадигме равновесие системы воспринимается как наилучшее ее состояние, то оптимум

функционирования экономической системы рассматривается проявлением равновесных свойств исследуемых процессов. В этой связи упомянем о том, что разрешающие множители в методе линейной оптимизации Л.В. Канторовича, несмотря на динамичность, все же сохраняют в некоторой мере стабильность при изменении условий решения задачи. В ее геометрической интерпретации было замечено, что ассортиментный луч лишь в малой степени реагирует на небольшое изменение ассортиментного задания по выпуску продукции, и разрешающие множители остаются постоянными, причем «при других небольших изменениях (в способах) и значения множителей могут немного измениться. Таким образом, разрешающие множители (оценки) обладают, вообще говоря, известной *устойчивостью* по отношению к изменениям в задании», — констатировал Л.В. Канторович (выделено в тексте Л.В. Канторовичем) [152, с. 329]. Тем самым в области незначительных отклонений состояние равновесия будет устойчивым к корректировкам в ассортиментном плане.

Устойчивость и оптимум системы неразрывно рассматривались в прикладном аспекте при планировании работы производственных систем. Примером может служить разработанный Р.Л. Сатановским подход, при котором оптимальная устойчивость системы характеризуется изготовлением продукции с минимумом годовых приведенных затрат. При этом он выделяет три типовых состояния структурно-устойчивых систем:

- планово-неустойчивое, при котором затраты на выпуск продукции превышают плановые;
- планово-устойчивое, когда эти затраты совпадают с плановыми;
- оптимально-устойчивое, отличающееся минимумом годовых приведенных затрат.

Если приведенные затраты равны плановым, то производственная система квалифицируется как планово-устойчивая, если приведенные затраты равны минимальным, то производственная система квалифицируется как оптимально-устойчивая. Для поддержания устойчивости производственных системы требуется уменьшение вариации параметров, которые оказывают на нее влияние, что обеспечивается концентрацией продукции с высокой степенью конструктивно-технологического сходства и профилизацией элементов производства

[349; 350]. Выход за пределы области устойчивости влечет за собой утрачивание стабильности поведения системы и вызывает рост потерь.

Напомним, что оптимум присущ состоянию равновесия и в игровых ситуациях с противоположными интересами участников, когда их стратегии становятся сбалансированными, с точки зрения получаемых выигрышей. В игре с седловой точкой отклонение от этого состояния одного из участников при умелом поведении другого участника может обойтись первому участнику ухудшением исхода игры. Поэтому выбор иной стратегии заведомо ставит участника в менее выгодную позицию и потому сама логика игры «навязывает» ему выбор равновесного состояния. По Дж. Нэшу (J. Nash), ситуация равновесия для игрока «максимизирует выигрыш этого игрока, если стратегии остальных игроков остаются неизменными. Тем самым в такой ситуации стратегия каждого из игроков оказывается оптимальной против стратегий остальных игроков» [284]. При этом и другие игроки предпочитают придерживаться своих рациональных стратегий (называемых минимаксными), что и определяет оптимальность равновесного состояния.

Но проведенные позже исследования привели к необходимости переосмысления этого канона экономической науки. *Дело в том, что принадлежность к множеству оптимальных по В. Парето (V. Pareto) решений не означает, что все участники или подсистемы экономической системы полностью реализовали свои намерения и принимают такое решение: оно может иметь разную выгоду для них. Ведь подобные решения не обладают свойством предельной эффективности для всех без исключения подсистем или участников.* «Полученное состояние (траекторию) равновесия не следует трактовать как абсолютно наилучшее решение проблемы согласования интересов всех подсистем», — пишет А.Г. Гранберг, уточняя, что равновесие достигается в рамках установленных принципов экономических отношений, а с изменением этих принципов могут иметь место и иные состояния (траектории) равновесия [112, с. 447–448]. В стремлении получить максимальное удовлетворение своих потребностей некоторые из них могут предпочесть блокирование Парето-оптимальных решений.

Кроме того, теория игр предусматривает, что участники игры могут образовывать коалиции, которых объединяют

стратегии или интерес. Ими могут стать как группы хозяйствующих субъектов, так и отдельные самостоятельные экономические системы. Поэтому Парето-оптимальные решения теряют свою привлекательность, поскольку не учитывают возможности участников и коалиций влиять на выбор совместных планов подсистем.

Очевидно, ограниченность применения принципа В. Парето (V. Pareto) проистекает от того, что допускает ситуацию с односторонним преимуществом каких-либо участников. В реальной экономической жизни, по мнению Н.Я. Петракова, область возможного использования критерия В. Парето (V. Pareto) чрезвычайно узка из-за «необходимости принятия решений, приносящих эффект одним и ущерб другим элементам системы» [295, с. 37]. В игровой ситуации равновесие может оказаться невыгодным, поскольку в этом случае не достигается максимума суммарного выигрыша всех игроков.

Каверзность вызывает то обстоятельство, что равновесное состояние может быть вне множества точек В. Парето (V. Pareto). Несмотря на то, что К. Эрроу (K. Arrow) и Ж. Дебре (G. Debreu) доказали, что состояние равновесия эффективно в соответствующей экономике потребителей и производителей, в «более общей экономике свободного предпринимательства» оно неэффективно. Равновесное состояние может не принадлежать границе Парето для достаточно большой совокупности организационных структур экономики.

С точки зрения В.М. Полтеровича, неэффективность равновесия возникает и вследствие бесконечного планового горизонта. Настоящая проблема имеет две стороны: одна из них связана с необходимостью располагать информацией отдаленного будущего, а другая — с явлением неустойчивости эффективных траекторий. Второе имеет место из-за неточности расчетов, приводящей к построению неэффективной равновесной траектории, поскольку на основе локальной информации нельзя обнаружить, по эффективной или неэффективной траектории происходит движение. Разрешение проблемы В.М. Полтерович видит в разработке долгосрочной политики цен и систематической корректировке в процессе скользящего планирования. В рамках предлагаемой концепции смешанного механизма распределения ресурсов он развивает подход, демонстрирующий принципиальную возможность достиже-

ния Парето-оптимальных состояний, вопреки неравновесности розничных цен.

Понимаемая в широком толковании эффективность находит выражение в предоставлении всем участникам или подсистемам экономической системы условий для воплощения своих устремлений в наибольшей степени. Тогда можно ожидать, что настоящая гармония их интересов наступает в том случае, когда никто из них не ущемлен в своих возможностях и потому не помышляет о препятствовании друг другу. Поэтому эффективное распределение, по утверждению Ж. Дебре (G. Debreu), имеет место в том случае, если его не блокирует главная коалиция, включающая всех участников.

В этом контексте уточняют, что понятие эффективности, строго говоря, является более общим, чем понятие оптимальности по В. Парето (V. Pareto), которое составляет лишь частный случай первого понятия. Ведь не любое эффективное решение может отвечать намерениям всего общества. Не исключены «диктаторские» правила достижения наилучшего результата, в связи с чем для отсеечения таких решений из теории игр было заимствовано понятие ядра — подмножества эффективных «демократических» решений, которые не встречаются никакого противодействия (не блокируются никакими коалициями). Чем больше множество допустимых коалиций, тем уже ядро. В определении В.М. Полтеровича «состояние экономики принадлежит ядру, если никакая коалиция экономических агентов, действуя в пределах своих возможностей, не может его улучшить для некоторых своих членов, не ухудшив положения некоторых других участников коалиции» [306, с. 493].

Близкие по характеру суждения высказываются и в отношении устойчивости системы. Исследования показывают: *свойства эффективности и устойчивости не связаны однозначной зависимостью в том смысле, что эффективные решения всегда являются устойчивыми.* Напротив, наблюдения свидетельствуют об обратном. Устойчивый выбор, как оказалось, может не принадлежать множеству Парето. Если решение принимают независимо все партнеры (субъекты), то нельзя надеяться на то, что все они сделают устойчивый выбор. «Таким образом, — делает вывод Н.Н. Моисеев, — принцип устойчивости (принцип Нэша) вряд ли может считаться принципом выбора альтернативы. Иное дело, если речь идет о

коллективном решении, когда оно принимается по договоренности всеми субъектами одновременно» [258, с. 54]. Этот принцип оправдывает себя лишь тогда, когда устойчивые точки являются одновременно точками множества Парето. Но такие системы встречаются весьма редко, и гораздо чаще распространены ситуации, в которых эффективные альтернативы являются неустойчивыми, а устойчивые — неэффективными.

Новизну этой проблеме придает и процесс самоорганизации экономической системы, в которой происходит перестроение внутренних связей и образование новых структур. Непознанный еще до конца, такой механизм развития системы порождает немало вопросов, и, в частности, о сочетании в ней свойств эффективности и устойчивости. Поэтому рассматривая трансформацию экономической системы и смену в ней одних форм другими, вряд ли возможно уйти от оценок этих параметров. С позиций необходимости оптимального сочетания организации и самоорганизации в экономике, по мнению Н.В. Амбросова, «на самом деле имеют в виду оптимальное сочетание экономической эффективности и устойчивости, как экономической системы, так и ее элементов. Это означает сохранение или даже приращение эффективности при различных нестабильностях, развивающихся во внешней среде» [13, с. 16–17]. Разработка этого аспекта преобразований в системе, по-видимому, еще ожидает усилий специалистов по экономике, синергетике, математике и других областей науки.

Достижение равновесия и его устойчивость зависит от *степени информированности* участников экономической системы. Своей постановкой задача информационного обеспечения хозяйственных процессов обязана действию факторов неопределенности на принятие решений, в силу чего размывается картина равновесного состояния и движения к нему системы. С другой стороны, аналитики остаются в неведении и относительно того, насколько устойчив протекающий в экономической системе процесс к вмешательству возмущений. В классической экономике этим обстоятельством обычно пренебрегали или не приписывали ему принципиального значения, полагая, что все участники системы обладают необходимой информацией для выбора того или иного варианта сделок.

Наряду с этим, проблема осложняется еще и тем, что цены на группы товаров взаимозависимы и с их изменением прихо-

дит в движение вся связанная с ними ценовая конъюнктура. Поэтому отслеживать, пересчитывать и принимать во внимание при сделках все «плывущие» цены более, чем проблематично. Об этом аргументированно писал В.В. Новожилов: «Рассчитать цены всех товаров как цены равновесия спроса и предложения невозможно. Это невозможно не только потому, что неизвестны функции спроса (допустим, что они известны!), а также потому, что такой расчет приходилось бы повторять при каждом изменении отношения между спросом и предложением не только данного товара, но и всех сходных по назначению товаров. Ведь спрос на каждый товар зависит не только от его цены, но также от цен других товаров» [281, с. 123].

Признание роли информации как одного из влиятельных факторов ситуации на рынке, приводит к выводу о «необходимости серьезного пересмотра теории общего конкурентного равновесия, созданной в прошлом веке и впоследствии получившей развитие в трудах Дж. Хикса, П. Самуэльсона, Ж. Дебре и других современных ученых», — говорил посвятивший свою нобелевскую лекцию проблеме общего экономического равновесия К. Эрроу (K. Arrow), отмечая влияние неопределенности на экономическое поведение и учет лишь одного определяющего фактора — цены [477, с. 99].

В самом деле, уже в модели К. Эрроу (K. Arrow) — Ж. Дебре (G. Debreu) информационная прозрачность поведения экономической системы выступала в качестве предпосылки обретения ею состояния равновесия. Не располагая такой информацией, участники системы (фирмы и потребители) были бы лишены возможности измерять величины своих доходов и функции полезности, считая цены известными и заданными. Ввиду этого ценность модели состоит не только в аналитическом конструировании схемы конкурентного равновесия, но и в подчеркивании важности информационного фактора в равновесной ориентации системы. Модель К. Эрроу (K. Arrow) — Ж. Дебре (G. Debreu) «отражает один существенный аспект рыночной экономики — информацию, передаваемую посредством ценовых сигналов, и роль последних в координации производства», — обращает внимание Дж. Стиглиц (J. Stiglitz) [376, с. 8]. Однако информационные проблемы, которые решает экономика, намного сложнее, поскольку цены несут не всю полезную информацию. Кроме того, что они ограничены

информационной емкостью и чувствительны к побочным социальным явлениям (заведомой лжи, слухам, искусственному ажиотажу и т.п.), цены могут способствовать и распространению дезинформации. Подтверждение этого вывода легко найти в сильно «зашумленной» экономической ситуации, когда ценовые сигналы искажаются высокой инфляцией и не отражают реального соотношения спроса и предложения.

Но есть и другая глубокая проблема — асимметрия информации. Причина ее состоит в том, что участники рыночных сделок обладают различной степенью информированности, в результате чего они оказываются в неодинаковом положении. Пользуясь этим, более информированные участники извлекают для себя дополнительную выгоду, оставляя других участников в менее эффективном состоянии. Ясно, что нарушение информационной симметрии среди участников рынка препятствует его движению к эффективному равновесию. Основной вывод о том, что при несовершенной информации или неполной системе рынков конкурентное равновесие (в смысле ограниченного оптимума Парето) неэффективно, принадлежит Б. Гринвуальду (B. Greenwald) и Дж. Стиглицу (J. Stiglitz), о чем упоминает в своей книге Дж. Стиглиц (J. Stiglitz) [377, с. 292]. Отказ в равном доступе участников рынка к информации объясняет и помогает понять многие современные процессы: тенденции к монополизму, рецессию, депрессию и др. Информационная экономика на наших глазах наращивает методологический инструментарий и становится перспективной ветвью экономической науки.

Свидетельство значимости информационного фактора для поведения сторон дает и теория игр. Исследования Дж. Нэша (J. Nash) по теории бескоалиционных игр примечательны тем, что показывают весомость фактора информированности сторон-участников игры. Если их много и каждый из них преследует свои цели, не обмениваясь информацией и не заключая союзов (коалиций), то «можно действительно ожидать улучшения результатов, однако, эти результаты, как правило, неустойчивы и не могут быть отнесены к категории гарантированных», — пишет Ю.Б. Гермейер [96, с. 75]. Поэтому *отсутствие информационного взаимодействия между сторонами способствует повышению эффективности стратегий сторон в ущерб их устойчивости, тогда как налаживание*

информированности друг друга (соглашение сторон) повышению устойчивости результатов сторон. Такое заключение вполне понятно, если принять во внимание, что ситуация равновесия не приносит максимума общего выигрыша и потому не исключает попытки какой-либо стороны увеличить собственный выигрыш за счет другой стороны.

*Обсуждаемые вопросы затрагивают проблематику изучения неравновесных состояний экономической системы. Отклонение ее от равновесия и устойчивость такого смещения побуждало аналитиков описывать и анализировать процессы, для которых *неравновесие являлось не эксклюзивным или малозначимым в последовательности состояний системы, а типичным и превалирующим режимом функционирования. Благо теория и практика хозяйствования накопили достаточно много доводов и наблюдений неравновесного поведения экономических систем.**

Подготовленная результатами исследований Дж. Хикса (J. Hicks), Дж. Кейнса (J. Keynes), Дж. Робинсона (J. Robinson), Й. Шумпетера (J. Schumpeter) и их коллег, концепция неравновесия нашла отклик у тех специалистов, которые занимались неклассическими задачами математической экономики, и «проросла» в модельных разработках. К тому времени преобладание монополистических структур, несовершенство рыночной конкуренции, ускорение технического прогресса приводило к воспроизведению неравновесных процессов, что стимулировало изыскивать методы их изучения, описания и балансирования.

В частности, в 1972 г. Э.М. Браверман обратился к задачам анализа экономической модели производства при неравновесных ценах, которая впоследствии вызвала большой интерес со стороны как отечественных, так и зарубежных специалистов. Известно, что поведение элементов экономических систем может быть далеким от равновесного состояния, из-за чего в такой ситуации возникает избыток одних продуктов и дефицит других. Для устранения этого перекоса предлагается вводить квоты, которые выполняют роль инструмента согласования состояний рассматриваемых элементов. Иными словами, квоты стали средствами борьбы с материальными дисбалансами как следствия неравновесности товарных цен.

В концепции Э.М. Бравермана и М.И. Левина «с одной стороны, квоты могут появляться в экономической системе при

неравновесных ценах «самопроизвольно» как форма приспособления элементов к образовавшимся нехваткам некоторых продуктов...С другой стороны, квоты могут служить орудием целенаправленного регулирования состояний элементов системы с целью противодействия возникающим материальным дисбалансам в системе — нехваткам одних продуктов и избыткам других. Возможен и синтез этих точек зрения» [62, с. 36]. Квоты на выпуск продуктов предупреждает их перепроизводство, а квоты на затраты лимитирует потребление потенциально дефицитных продуктов. При этом отнюдь не исчезает свобода выбора решений, она лишь сужена некоторыми рамками. Хотя, разумеется, в общем случае квотирование и снижает эффективность производства.

В предложенной концепции вводятся понятия равновесия (или квазиравновесия) как гармонизированного состояния, определяемого совместным действием механизма цен и натуральных квот. Авторы доказывают, что и в этих стесненных условиях возможно извлечение максимизируемой прибыли, но в том-то и дело, что именно неравновесность цен вынуждает накладывать натуральные квоты и задает технологические пределы эффективности производства. И хотя прибыль не достигает того предела, который понимается в обычном смысле, она служит критерием выбора предпочтительного решения.

Отметим и разработанный В.М. Полтеровичем подход к согласованию решений, применивший для этого схемы рационирования дефицитов и избыточных благ. Правила рационирования включают функции ограничений сверху на объем закупки и максимального объема продаж товара. Такой подход назван автором жесткой схемой, поскольку она не учитывает заявки участников и предусматривает включение в задачи подсистем бюджетных неравенств в фиксированных ценах и физических ограничений с учетом выравнивания совокупного спроса и предложения.

Далее продолжим анализ последствий информационных ограничений и неравновесия для деятельности предприятий, но уже в связи с практикой их хозяйствования в транзитивной российской экономике. А пока обратим внимание на модельный аппарат исследования устойчивости экономических систем, чтобы сомкнуть теоретический и экспериментальный аспекты аналитической работы.

3.3. Обзор модельных исследований устойчивости экономических процессов

Экономико-математическая литература содержит достаточно богатый материал по изучению равновесия и устойчивости в области хозяйственной деятельности. Обсуждая проблематику устойчивости производственных систем, есть смысл хотя бы контуром обрисовать сферу формализованных приложений ряда подходов к анализу экономических процессов, чтобы составить представление о достигнутых итогах. При этом автор оставил попытку охватить все многообразие обширных исследований по этой тематике и ограничился лишь наиболее оригинальными из них, отдавая предпочтение анализу устойчивости состояний (в том числе и равновесных) экономических систем (см. прил. 1, содержащее характеристику модельных исследований в хронологическом порядке опубликования их результатов).

Увидевшая свет в 1937 году, статья Дж. Хикса (J. Hicks) была посвящена анализу макроэкономической концепции Дж. Кейнса (J. Keynes), в которой был представлен синтез рынков благ, денег и капитала (модель *IS-LM*). Итоги исследований позволили сформулировать вывод о том, что существует только одно сочетание значений национального дохода и ставки процента, обеспечивающее одновременное равновесие на всех трех рынках. И, поскольку отклонение от положения равновесия влечет за собой обратный процесс его восстановления, модель *IS-LM* обладает свойством устойчивого равновесия (по [380]).

«Основания экономического анализа» П. Самуэльсона (P. Samuelson) предлагают читателю углубленное изучение условий устойчивости ряда классических подходов, выдвинутых в работах Л. Вальраса (L. Walras), А. Маршалла (A. Marshall), Дж. Хикса (J. Hicks) и Дж. Кейнса (J. Keynes), преимущественно в аспекте устойчивости первого рода. В этом случае при любых начальных условиях все переменные принимают свои равновесные значения в пределе, когда время стремится к бесконечности [348]. Формулируя в более точной форме условия устойчивости в модели Л. Вальраса (L. Walras), П. Самуэльсон (P. Samuelson) приходит к заключению о том, что найденные условия (положительный наклон кривой пред-

ложения или отрицательный наклон кривой предложения, но менее крутой по отношению к оси цен, чем у кривой спроса) не обязательно являются единственными, и при постулировании других динамических моделей выводятся другие условия. В доказательство этого он рассматривает маршаллианскую теорию нормальной цены и показывает, что для устойчивого равновесия требуется, чтобы наклон кривой спроса по отношению к оси количества алгебраически был меньше, чем наклон кривой предложения. Вместе с тем маршаллианские условия устойчивости выполняются, если объем товара всегда увеличивается при увеличении спроса, тогда как изменение цены товара всегда неопределенно и зависит от алгебраического знака наклона кривой предложения.

Обращаясь к идее Дж. Хикса (J. Hicks) обобщить условие устойчивости одного рынка для любого количества рынков, П. Самуэльсон (P. Samuelson) обсуждает его точку зрения, согласно которой для одного рынка равновесие является устойчивым, если увеличение спроса приводит к росту цены. Для проверки необходимости и достаточности критериев Дж. Хикса (J. Hicks) П. Самуэльсон (P. Samuelson) исходит из естественного обобщения Л. Вальраса (L. Walras): цена любого товара должна снижаться, если его предложение превышает спрос, и эти спрос и предложение рассматриваются как функции всех остальных цен. В ходе этого анализа он акцентирует внимание на том, что равновесие должно быть устойчивым лишь при произвольных начальных условиях, их отклонениях и преобразованиях переменных, но не обязательно эта устойчивость сохраняется при произвольных модификациях динамических уравнений, подобных тем, которые применил Дж. Хикс (J. Hicks). Вообще, считает П. Самуэльсон (P. Samuelson), процедура Дж. Хикса (J. Hicks) явно ошибочна, хотя может быть полезной при разборе гипотезы об устойчивости равновесия.

Кейнсианская модель равновесия дает возможность опередить поведение неизвестных величин, вследствие изменения заданных параметров. Отправляясь от фундаментальных соотношений Дж. Кейнса (J. Keynes), П. Самуэльсон (P. Samuelson) выстраивает более общую динамическую систему и находит ответ на вопрос о том, к чему приводит увеличение предельной эффективности капитала, склонности к потреблению, количества денег. По результатам анализа

П. Самуэльсон (P. Samuelson) обосновывает математические условия устойчивости равновесия кейнсианской модели, не обходя вниманием и возникающие парадоксы, при которых эта устойчивость не нарушается.

Развивая теорию линейного и нелинейного программирования, К. Эрроу (K. Arrow), Л. Гурвиц (L. Hurwicz) и Х. Удзава (H. Uzawa) решают задачу оптимального распределения ресурсов и исследуют градиентный метод, полагая его моделью механизма цен в конкурентной экономике [476]. При этом в ходе выкладок авторы обосновывают условия сходимости градиентного метода как локального, так и глобального характера.

Так К. Эрроу (K. Arrow) и Л. Гурвиц (L. Hurwicz) в строгом математическом стиле провели поиск сходящегося процесса в упомянутой модели для приближенного определения положения равновесия (седловой точки) при определенных ограничениях на функцию платы. Используя для этого игровое представление ситуации и градиентный метод (наискорейшего спуска), авторы в рамках рассматриваемых ограничений приходят к заключению о гарантированной локальной устойчивости описываемого процесса.

Продолжая этот анализ, Х. Удзава (H. Uzawa) дает формулировку и доказательство основной теоремы градиентного поиска применительно к модели, предложенной К. Эрроу (K. Arrow) и Л. Гурвицем (L. Hurwicz). В итоге устойчивость этого процесса достигается не только по отношению к малой окрестности равновесной точки, но и за ее пределами, т.е. приобретает глобальный характер.

В стремлении усилить предыдущий результат К. Эрроу (K. Arrow) и Л. Гурвиц (L. Hurwicz), в свою очередь, находят новое достаточное условие сходимости градиентного поиска, иллюстрируя его в задаче оптимального распределения ресурсов. При этом конечный спрос и цены на товары определяются только для тех из них, для которых конечный спрос положительный, а уровни производства могут колебаться без ограничений, но оставаться такими, чтобы сделать возможным удовлетворение конечного спроса. Используя специфические свойства этой модели и формализуя ее в терминах нелинейного (вогнутого) программирования, удается продемонстрировать сходящийся процесс без ограничений.

С ослаблением ряда допущений К. Эрроу (K. Arrow) и Р. Солоу (R. Solow) моделируют механизм формирования цен в конкурентной экономике и модифицируют градиентный поиск так, чтобы один игрок реагировал на рыночную ситуацию мгновенно, и тем самым с помощью цен постоянно регулируется баланс спроса и предложения товаров. Интерпретируя свои математические выводы, авторы видят движение не только вектора текущих цен, связанного с превышением спроса, но и вектора ожидаемых цен, влияющих на максимизируемый вектор. Оказывается, рыночная цена изменяется не в соответствии с мгновенным превышением спроса, а в связи с ожидаемыми превышениями спроса, вычисленными по текущим скоростям изменения уровня производства. В главе формулируется теорема, утверждающая сходимости процесса и достижение локальной и глобальной устойчивости.

Г. Гейер (H. Geyer) предпринял попытку воссоздать агрегированную модель Д. Рикардо (D. Ricardo), согласно которой прибыль в народном хозяйстве страны за какой-либо период определяется конечным продуктом народного хозяйства за вычетом суммы заработной платы, необходимой для поддержания жизнедеятельности рабочих, изготовивших этот продукт [92]. В соответствии с рикарданским законом производства конечный продукт зависит исключительно от производительности имеющихся ресурсов, причем дополнительные затраты труда и капитала приводят к постоянно уменьшающемуся приросту дохода. Результат исследования подтвердил, что получаемое равновесие характеризуется тем, что конечный продукт равен минимально необходимой сумме заработной платы, т.е. в состоянии равновесия исчезают прибыли, а с ними и дальнейшее накопление. Конечный же продукт народного хозяйства будет оставаться постоянным при неизменной технике производства, а с развитием последней система придет в новое состояние равновесия.

С учетом времени запаздывания реакции предпринимательской деятельности область устойчивости в классической модели по-прежнему охватывает сравнительно большие значения величин. Между тем с применением аппарата дифференциальных (смешанных разностно-дифференциальных) уравнений Г. Гейеру (H. Geyer) удалось показать, что при увеличении времени запаздывания неустойчивость системы воз-

растает. Таким образом, в модели Д. Риккардо (D. Ricardo) налицо тенденция к стационарному равновесному изменению, но, учитывая реальность кризисных процессов в экономике, эти модели не принимали во внимание возможность внутренних колебаний, возникающих в системе.

Экономическая динамика, рассматриваемая в рамках теории эффективного спроса Дж. Кейнса (J. Keynes), ввиду существования в ней двойной положительной обратной связи между национальным доходом, потреблением и капиталовложениями, приводит к выводу о том, что цепь регулирования в ней часто может становиться неустойчивой.

Примечательно исследование Г. Тишнера (H. Tischner) модели денежного обращения, заимствованной из работы К. Феля (C. Föhl), в которой величина выпуска продукции регулируется прибылью предприятия, а предприниматель дает указания в бюро найма в виде предложений по изменению численности рабочей силы. В ходе анализа было выявлено, что при наличии функции, характеризующей действия руководителя, можно получить оценку устойчивости предприятия, а именно: чем быстрее предприниматель принимает решения, тем стабильнее работает предприятие [387].

Г. Саймон (H. Simon) предложил исследование простейшей системы по регулированию запасов, в которой решения о выпуске продукции основываются только на информации о запасах и не учитывается информация о заказах, причем запаздывание выпуска продукции отсутствует. В описываемой следящей системе вводится уравнение, задающее правило принятия решения, которое определяет объем планируемого выпуска продукции в единицу времени как функцию избытка или недостатка запасов [340]. В итоге автор аргументирует свойства, которым должно обладать правило принятия решения с целью обеспечения в устойчивом состоянии малого или исчезающего избытка (дефицита) запасов при различных нагрузках.

Макродинамическая система, изложенная в докладе М. Калецкого (M. Kalecki) на собрании эконометрического общества в 1933 г. в г. Лейдене, содержит в себе постулат о том, что поставки капитальных благ запаздывают по отношению к инвестиционным заказам на фиксированное время, необходимое для производства соответствующих товаров [364]. Кроме того, другой постулат состоит в том, что потребление равно сумме

некоторого минимального потребления и составляющей, которая пропорциональна национальному доходу, равносильного образованию в экономике положительной обратной связи. Инвестор, максимизируя свою прибыль, будет увеличивать вложения пропорционально росту национального дохода, но при большой наличности основного капитала уменьшаются стимулы для производства нового промышленного оборудования.

О. Смит (O. Smith) и Х. Эрдли (H. Erdley) создали электронную модель — аналог, реализующую эти зависимости между параметрами, и обнаружили два фактора, способствующие неустойчивости системы: потерю информации из-за фиксированного запаздывания, вызванного отсутствием знания о том, что предпринимают другие инвесторы, и цепь положительной связи по потреблению, стимулирующей его (а не сбережение) пропорционально национальному доходу. Авторы провели анализ границ устойчивости системы и пришли к выводу: если увеличивается скорость инвестиционных заказов при единичном приращении скорости производства, сильно сокращается запас устойчивости системы, и при увеличении фиксированного запаздывания система утрачивает запас устойчивости.

В другой своей работе О. Смит (O. Smith) демонстрирует конструктивность применения электронных моделей, построенных с помощью усилителей (емкостей, индуктивностей, интеграторов и дифференциаторов), для изучения колебаний запасов товаров [363]. По аналогии с используемыми в теории следящих систем вычислительными устройствами непрерывного действия моделируются колебания уровня запасов товаров, для чего расхождение между желаемым и фактическим уровнями запасов служит сигналом для органов планирования производства и заказа сырья, необходимого для изготовления дополнительных товаров и пополнения ими запасов. Автор обращает внимание на необходимость учета запаздывания, имея в виду желательность предсказания будущих тенденций и опережающих решений, но предостерегает от неправильного применения их, что может усилить случайные колебания запасов.

Моделируя макродинамические характеристики экономики страны, О. Смит (O. Smith) опирался на описание процесса, предложенное М. Калецким (M. Kalecki) и развитое в 1935 г. Дж. Кейнсом (J. Keynes). При рассмотрении завода, выпускающего все капитальные блага, автор принимает во внимание

скорость капиталовложений (входной сигнал), поставки товаров с запаздыванием (выходной сигнал) и часть национального дохода (конечный продукт), обусловленного закупкой сырья и выдачей заработной платы в течение периода производства. И, поскольку общий национальный доход влияет на темп роста потребления, существует цепь «небольшой» положительной обратной связи. В то же время инвестор стремится максимизировать прибыль, увеличивая скорость капиталовложений с наращиванием национального дохода, но уменьшая скорость вложений при увеличении созданного основного капитала.

Имитируя эти взаимосвязи на моделирующем устройстве (на базе аттенюаторов, усилителей, интеграторов и сумматоров), О. Смит (O. Smith) доказывает, что система является неустойчивой для всех параметрах народного хозяйства, введенных на основании сведений о среднем фиксированном времени производственного запаздывания, постоянном времени потребления и постоянном времени износа. Было показано, что при этих параметрах в замкнутой системе возникают регулярные колебания с периодом 10 лет и любая попытка стабилизировать эту систему введением регулирующих средств почти наверняка обречена на неудачу. Причиной тому является изменение политики инвестора по максимизации извлекаемой прибыли при регулирующих нововведениях (манипуляции с налоговой шкалой, капиталовложениями, субсидиями, правительственными заказами и др.).

Прибегая к анализу системы дифференциальных уравнений, С. Карлин (S. Karlin) на основе закона Л. Вальраса (L. Walras) доказывает лемму о том, что процесс регулирования цен глобально устойчив [157]. При этом он опирается на метод введения некоторой подходящей меры расстояния (нормы) между решением уравнения и неподвижной точкой. Принимается следующее условие: если выясняется, что значение этой нормы строго уменьшается во времени (расстояние предполагается отличным от нулевого), то из этого вытекает вывод об устойчивости в целом. Наряду с этим, автор формулирует теорему о том, что функция избыточного спроса, удовлетворяющая слабой аксиоме выявленного предпочтения, описывает процесс, который также является глобально устойчивым.

В учебнике по линейному программированию и теории матричных игр Д. Гейл (D. Gale) в элементарной модели про-

изводства с целью максимизации дохода при данных ресурсах раскрывает вводимые ограничения на доход как условия устойчивости. Удовлетворение этим ограничениям означает, что отсутствует побудительный мотив для изменения интенсивностей процессов, поскольку не существует способа увеличения дохода [95]. Иное ограничение (на запас товаров) также символизирует условие устойчивости, наложенное на цены: если имеется избыточное количество товаров, то их цена должна равняться нулю.

Предпосылки достижения глобальной устойчивости процесса формирования цен длительного равновесия в динамической модели В. Леонтьева находим в монографии М. Моришима (M. Morishima) [263]. Как утверждает автор, в отрасли, располагающей конечным числом дискретных технологических процессов, множество цен длительного равновесия не всегда устойчиво, т.е. порождаемая траектория цен не сходится к равновесной при том условии, что понижение или повышение стоимости потока капитальных благ оказывает сильное влияние на определение цен. И лишь тогда, когда норма процента на капитал все время постоянна, а потери или приобретение капитала, благодаря изменениям цен, всегда пренебрежимо малы, множество цен длительного равновесия глобально устойчиво, поскольку произвольные цены в конце концов достигают равновесных.

Применение принципов теории автоматического регулирования О. Ланге (O. Lange) демонстрирует на примере динамической модели формирования национального дохода, предложенной Дж. Кейнсом (J. Keynes) [206]. Выстраивая систему рекуррентных уравнений, определяющих размер национального дохода как общей суммы выплат за отдельные периоды, автор получает разностное уравнение, в котором проявляет себя динамический мультипликатор Дж. Кейнса (J. Keynes). Предполагая, что может возникнуть помеха достижению национальным доходом точки равновесия, О. Ланге (O. Lange) весьма простым способом формулирует условие устойчивости и неустойчивости этой модели.

В том же ключе О. Ланге (O. Lange) проводит анализ динамической модели процесса воспроизводства в экономике по К. Марксу (K. Marx). На основе уравнения схемы воспроизводства автор образует систему уравнений, выражающих сто-

имость продукции по годам, исходя из пропорциональности затрат средств производства в данном году продукции предшествующего года. В предположении, что существует такое значение стоимости продукции, которое соответствует состоянию равновесия системы, О. Ланге (O. Lange) констатирует устойчивость Марксова процесса воспроизводства.

Динамическая модель процесса формирования рыночной цены обсуждается О. Ланге (O. Lange) при допущении, что объем предложения в данном периоде есть функция цены на продукт в предшествующем периоде. В этой модели возможен случай, когда амплитуда колебаний вокруг равновесной цены затухает и процесс является устойчивым, но возможен и такой вариант, когда эта амплитуда возрастает и процесс становится неустойчивым.

В качестве иллюстрации свойства устойчивости К. Ланкастер (K. Lancaster) приводит пример динамической системы, поведение которой характеризуется траекторией — скалярной функцией [209]. Интерпретируя ее как модель роста (мультипликатора-акселератора), он находит условия, при которых равновесный темп роста устойчив. Вместе с тем автор замечает, что поведение системы можно оценивать и как неустойчивое, поскольку с течением времени отклонение от равновесной траектории роста может возрастать. Однако при вводимом условии это отклонение сходится к нулю на бесконечном отрезке времени.

Э. Маленво (E. Malinvaud) дает доказательство локальной и глобальной устойчивости процесса «нащупывания» Л. Вальраса (L. Walras) при выполнении гипотез относительно функций коллективного спроса, исходя из формализации пропорциональной зависимости темпа пересмотра цен от превышения спроса над предложением благ [234]. При этом предполагается, что спрос определяется объявляемыми ценами в каждый момент, но не учитывает сам процесс изменения этих цен, или другими словами, ни один обмен не осуществляется до обретения равновесных цен. Понятно, что в реальности процесс проходит иначе, поскольку сделки могут иметь место по всем объявляемым ценам.

Обращаясь к классической модели процесса «нащупывания» равновесия конкурентного рынка, М. Интрилигатор (M. Intriligator) на основе анализа траекторий цен товаров и

функции избыточного спроса доказывает, что локальная устойчивость присуща точке равновесия, если все товары явно заменяемы. С другой стороны, достигается и глобальная устойчивость при условиях явной заменяемости товаров или удовлетворении функции избыточного спроса слабой аксиоме выявленного предпочтения [150].

В.М. Полтерович знакомит с теоремой (публикация о ней выполнена совместно со В.А. Спиваком), которая вводит условие коалиционной устойчивости равновесия в модели чистого обмена ресурсов. Суть этой модели заключается в описании ситуации, когда начальные запасы ресурсов перераспределяются между участниками коалиции. Возникает вопрос: может ли последующее перераспределение ресурсов улучшить состояние всех участников коалиции, допуская при этом корректировку старой цены ресурса? Ответ на этот вопрос и дает теорема, причем во внимание принимается и возникающий бюджетный парадокс, связанный с тем, что один из участников способен увеличить свое благосостояние за счет уничтожения части своих начальных запасов, с избытком компенсируемый повышением цен [305].

При оперировании вальрасовской («паутинообразной») моделью формирования цен С.А. Ашманов исходит из предложенной П. Самуэльсоном (P. Samuelson) системы дифференциальных уравнений и аргументирует, что при выполнении ряда предположений (относительно цен, функции избыточного спроса, соблюдения закона Вальраса в узкой форме и существования равновесного вектора цен) и ограниченности функции избыточного спроса, процесс формирования равновесных цен глобально устойчив [28]. Тем самым доказывается сходимость процесса «нащупывания» к единственному состоянию равновесия на рынке товара, когда спрос и предложение по нему сбалансированы.

Динамическая однопродуктовая модель В. Леонтьева связывает валовой выпуск и конечное потребление продукции посредством коэффициентов прямых (производственных) затрат и приростной фондоемкости [199]. С заданием потребления в виде функции времени и начального состояния системы (валового выпуска) можно исследовать получаемую траекторию экономического роста на устойчивость. Математические выкладки свидетельствуют о том, что, как бы ни была мала

величина отклонения в начальных условиях, смещение траектории с течением времени будет неограниченно возрастать, т.е. любое частное решение дифференциального уравнения оказывается неустойчивым.

В продолжение этого в леонтьевской модели для двух отраслей подразумевается, что в одной из них выпускаются средства производства, а в другой — предметы потребления, и между ними осуществляется межотраслевой обмен продукцией. Выполненный С.М. Лобановым анализ подводит к выводу о том, что и в этом случае траектории модели являются неустойчивыми.

Модифицированный вариант модели В. Леонтьева, учитывающий запаздывание капиталовложений и выбытие основных фондов, принимает во внимание лаг вложений в основные фонды, который имеет экспоненциальное распределение. Последнее описывает тот факт, что доля вводимых инвестиций со временем будет уменьшаться. Ожидая, что потребление в данной модели задается как определенная часть конечного продукта, можно вывести условие устойчивости решения модели. В содержательном отношении устойчивость будет сохраняться, если доля потребления не будет слишком большой и основные фонды не останутся без инвестиций.

Однопродуктовая модель развития народного хозяйства может быть сведена к макроэкономической модели Р. Солоу (R. Solow), в которой существует траектория сбалансированного роста. Располагая производственной функцией и задавая экзогенно модели трудовые ресурсы и определяя доли потребления и накопления, получаем модель управляемой системы. Для каждой фиксированной нормы накопления есть своя единственная траектория экономического роста, к которой приближаются траектории модели при достаточно больших значениях времени независимо от начальных величин показателей. Тем самым доказывается асимптотическая устойчивость сбалансированного роста, достигаемая при любом значении фондовооруженности труда в начальный момент времени. Хотя, уточняет С.М. Лобанов, для утверждения об асимптотической устойчивости траектории достаточно уже того, чтобы начальное значение фондовооруженности было близко к сбалансированному.

В отличие от предыдущей, в модели с запаздыванием примерно допускается, что ввод в действие основных произ-

водственных фондов осуществляется не одновременно с капитальными вложениями в них, а лишь спустя некоторое время, когда инвестиции будут освоены. Подобное запаздывание, как свидетельствуют выкладки, не влияют на вывод об асимптотической устойчивости сбалансированного роста. Как и в модели Р. Солоу (R. Solow) без запаздывания, наличие лага капитальных вложений не нарушает свойства устойчивости траекторий модели.

В рамках приложения синергетики к экономическим исследованиям, В.-Б. Занг (W.-B. Zhang) рассматривает модель Дж. Тобина (J. Tobin), учитывающую денежное обращение. Вводимые деньги в данном случае служат мерой и спрос на них зависит от распределения доходов и благосостояния населения. При допущении, что денежный рынок всегда находится в равновесии, выстраиваются функции реального благосостояния и реального располагаемого дохода и формируется дифференциальное уравнение для количества денег в реальных ценах на душу населения [143]. В последующем автор задает с помощью функции динамику роста цен и приходит к уравнениям модели Дж. Тобина (J. Tobin), для которой при соответствующих условиях анализ дает вывод о гарантированном существовании единственного (неустойчивого) равновесного состояния.

Обобщая модель Дж. Тобина (J. Tobin), В.-Б. Занг (W.-B. Zhang) пишет, что такая модель отличается от предыдущей по свойствам устойчивости. В обобщенной модели пренебрегается эффектом амортизации и предполагается, что изменения цен отражают как избыточный спрос или избыточное предложение, так и адаптивные ожидания. Следуя Л. Вальрасу (L. Walras), цены повышаются при избыточном спросе и снижаются при избыточном предложении. Необходимые и достаточные условия устойчивости равновесия соответствуют критерию Э. Рауса (E. Routh) — А. Гурвица (A. Hurwitz), и в зависимости от значений параметров равновесие в такой системе может быть как устойчивым, так и неустойчивым. Кроме того, доказано существование в ней бифуркаций, и модель может быть пригодна для описания монетарных циклов.

С позиций синергетической экономики В.-Б. Занг (W.-B. Zhang) разрабатывает модель, которая описывает влияние интеллектуалов на экономический рост. Обращаясь

к сектору производства, продукция которого может использоваться как для инвестиций в производстве, так и для потребления населением, автор охватывает моделью три компонента: физический капитал, знания (человеческий капитал) и физический труд. С помощью бифуркационного анализа В.-Б. Занг (W.-B. Zhang) выявляет наличие по крайней мере единственного равновесия, а затем выводит условия его устойчивости и неустойчивости. Комментируя полученные результаты, автор обоснованно считает, что неустойчивость системы вовсе не означает ее разрушения, поскольку может иметь место новое состояние равновесия, которое будет устойчивым или неустойчивым.

На примере отраслевых комплексов К.А. Багриновский рассматривает проблему достижения равновесия спроса и предложения и проводит анализ условий обеспечения устойчивости переходного процесса от плановой к рыночной экономике [31]. В конструируемую модель автор вводит коэффициенты, учитывающие влияние трендовых (плановых) и спросовых факторов, полагая, что первые играют определяющую роль в централизованной экономике, а вторые — в рыночной. В сериях имитационных расчетов моделировались переходные процессы при постоянной чувствительности предложения по цене и постепенном увеличении степени влияния рыночных факторов, а также на фоне одновременного уменьшения эластичности предложения по цене и усиления роли рыночных факторов. Вычисления показали: если при переходе от планового управления к рыночной экономике чувствительность (эластичность) предложения по цене остается неизменной или почти постоянной на достаточно высоком уровне, то переходный процесс приводит к состоянию квазиравновесия и его устойчивость сохраняется. Если же эластичность предложения по цене снизится, нарушается плавное течение переходного процесса, а вместе с тем и его устойчивость.

Модель дуополии О. Курно (A. Cournot) описывает рыночную ситуацию, когда каждый дуополист полагает, что конкурент не станет изменять объем своего выпуска в ответ на его выбор. Поскольку дуополисты максимизируют свою прибыль, то с каждым шагом объемы их выпуска смещаются навстречу друг другу и, наконец, в итоге достигают общей точки, соответствующей положению равновесия [89]. В результате такого

многошагового процесса рынок приходит к состоянию равновесия Дж. Нэша (J. Nash), для которого равновесие О. Курно (A. Cournot) становится лишь частным случаем. Условием такого равновесия является более крутой наклон кривой реагирования первого дуополиста по сравнению с аналогичной кривой второго дуополиста. Аналитическая версия этой модели может быть распространена на отрасль с любым количеством предприятий.

В модели неоклассического синтеза П. Самуэльсона (P. Samuelson) функции потребления, сбережения и инвестиционного спроса отвечают кейнсианскому подходу. Вместе с тем на рынке труда равновесие имеет место при гибкой номинальной заработной плате при полной занятости, как того требуют классические воззрения. Размышляя над динамикой на рынках труда, благ и капитала, С.А. Курганский и А.В. Лусе констатируют устойчивое равновесие на всех трех рынках, поскольку нарушение равновесия на одном из них заставляет реагировать остальные рынки таким образом, чтобы вновь восстановить его [201].

С реконструированием классических представлений о функционировании рыночной экономики и обобщением их в виде модели становится возможным анализ совместного поведения рынков труда, капитала (ценных бумаг) и благ. В рамках такой неоклассической модели сбалансированное состояние обеспечивается гибкостью ставки номинальной заработной платы и ставки процента, благодаря чему тенденции на этих рынках ведут к состоянию общего экономического равновесия при полной занятости и оно будет устойчивым [380].

Аналогичное действие рыночного механизма в кейнсианской модели позволяет с помощью гибких цен на каждом рынке достигнуть общего экономического равновесия. Вместе с тем обретение его сопровождается конъюнктурной безработицей, т.е. избытком на рынке труда. С инвестиционной ловушкой в экономике может появиться устойчивое состояние, при котором на рынке труда существует безработица, а на рынке благ — избыток, тогда как в условиях ликвидной ловушки при гибких ценах рынки благ и труда находятся в равновесии. Возникающая в этом случае тенденция к снижению уровня цен и ставки номинальной заработной платы не отражается на реальном секторе экономики.

Представленный срез модельных исследований дает возможность резюмировать его в следующих выводах:

- динамизм анализируемых процессов подвержен влиянию множества факторов, которые определяют как устойчивость, так и неустойчивость поведения экономических систем в модельных условиях;*
- в относительном большинстве представленных в обзоре авторских подходов, где речь идет об устойчивости поведения систем, констатируется глобальная (реже локальная) устойчивость протекания динамических процессов;*
- внимание аналитиков преимущественно сосредотачивается на макроэкономических процессах, тогда как уровень предприятий еще ожидает приложения математических инструментов для анализа устойчивости поведения производственных систем.*

4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭВОЛЮЦИИ И УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

4.1. Равновесие и устойчивость промышленных предприятий в трансформационной среде российской экономики

Современная деятельность отечественных предприятий дает в руки аналитиков ценный материал о динамике их функционирования и возвращает к необходимости углубления знаний о равновесии и устойчивости предприятий. Несмотря на то, что наука хранит плодотворные теоретические и прикладные исследования о них, вряд ли настоящий раздел экономики можно считать вполне сформировавшимся. Слишком много неизведанного еще таят в себе свойства производственных систем, да и накопленные знания до сих пор служат предметом анализа и оживленных дискуссий.

Весомое значение обсуждению равновесия и устойчивости предприятий придает и то обстоятельство, что сегодня эти атрибуты рассматриваются на фоне радикальных экономических перестроек и тем самым «подвергаются проверке» в предельно жестких хозяйственных условиях. Последние вызваны демонтажом структуры централизованной экономики и возмущениями трансформационного периода с характерными для него интенсивными переходными процессами. Вот почему следует, по-видимому, ожидать появления новых неординарных качеств производственных систем и развития представлений о природе и средствах поддержания их равновесия и устойчивости в подвижной среде.

Равновесные и иные состояния присущи как экономике в целом, так и отдельным ее хозяйственным звеньям — производителям товаров и услуг. Признано, что адаптация их к рыночному окружению становится залогом выживания предприятий и обеспечения их бесперебойного функционирования. Ведь внешняя среда задает стимулы и ограничения в поведении предприятий и существенно определяет перспективы достижения эквивалентного взаимобмена их с партнерами.

Правомерно поэтому акцентировать внимание на свойствах равновесия и устойчивости производственной системы не

только с учетом их генезиса, но и специфики проявления в нынешней хозяйственной практике. Разумеется, попытка рассмотреть на страницах одной монографии эти атрибуты сквозь призму даже доминирующих факторов институциональных преобразований российской экономики обречена на неудачу, ввиду чего автор предлагает лишь бросить беглый взгляд на равновесие и устойчивость промышленных предприятий, отмечая их подверженность воздействию ряда базисных макроэкономических условий [441]. Оставляя по той же причине оценку степени их влияния на характер протекания переходных процессов, чему посвящены многочисленные публикации наших и зарубежных аналитиков, необходимо выделить среди них следующие трансформационные факторы:

- высокую степень монополизма отечественных промышленных предприятий, что создает препятствия становлению конкурентной рыночной среды и эффективному ценообразованию;

- чрезмерную централизацию системы управления народным хозяйством в дореформенный период с опорой на директивное руководство и вертикальные каналы передачи информации, пренебрежение которыми позже вылилось в расстройство сети ресурсопотоков между предприятиями и лишило их необходимых сведений о поставщиках, потребителях, конкурентах и др.;

- шоковую либерализацию цен, вследствие чего возникли и укоренились долговременные и глубокие противоречия в денежном обращении, производстве и реализации продукции.

Логичным итогом действия этих и других решающих факторов стал запуск самоподдерживающего инфляционного механизма, «приводные ремни» которого еще сильнее «развели чаши» товарной и денежной масс, породили неопределенность в спросе и предложении и тем самым ускорили кризисное развитие хозяйственного комплекса. С тенденцией свертывания производства продукции и деградации ресурсов предприятий эти факторы перечеркнули надежду на сбалансированный рост и приближение к состоянию общего экономического равновесия в обозримом будущем. Осмысливая опыт перехода стран к рыночной экономике, Л. Клейн (L. Klein) констатирует, что «экономика редко приближается к состоянию статистического равновесия, а переходный процесс, который мы ана-

лизируем, сопряжен с повышенной склонностью к состоянию неравновесия» [164, с. 36].

Нет сомнений, что крен в товарно-денежном соотношении в сторону денежной массы, а после либерализации цен — товарной, сыграл парализующую роль в обеспечении предприятий индустрии сырьем, материалами, энергией и т.д. и привел к диспропорции в структуре их ресурсов, прежде всего финансовых. Произошел сброс объемов промышленной продукции и предложения товаров и как результат отрасль вступила в полосу депрессии и вялого оживления индустриального производства. О том, что и спустя 15 лет после шоковой терапии, наша промышленность по объемам производства находится лишь на уровне 76,2% от показателя 1990 г., свидетельствует рис. 4.1. В последующем по прогнозу Министерства экономического развития и торговли РФ прирост индустриального производства в 2007–2010 гг. будет весьма умеренным и составит 4,8–5,2%: 5,2% (2007 г.), 5,1% (2008 г.), 4,8% (2009 г.), 5,2% (2010 г.) [485].

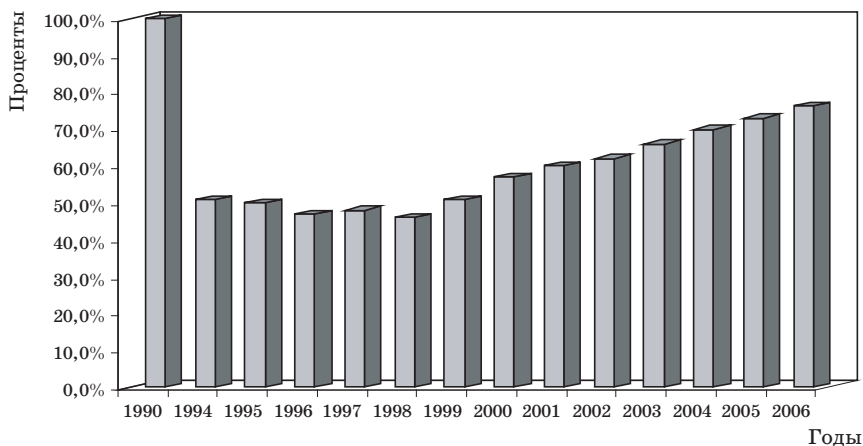


Рис. 4.1. Динамика индексов промышленного производства в России в 1994–2006 гг. (в % к 1990 г.) [338, с. 787; 339, с. 190; 485]

С хроническим падением физического объема изготавливаемой продукции сокращается величина извлекаемой прибыли, поскольку, с одной стороны, уменьшается масса произведенной и продаваемой продукции, а, с другой стороны,

возрастают затраты на изготовление единицы продукции из-за относительного увеличения доли постоянных издержек в ее себестоимости.

Одновременно с этим инфляционный маховик периодически «раскручивал» ценовой рост, что еще больше наращивало затраты и при снижении платежеспособного спроса вывело немало предприятий в разряд неустойчивых по экономическим показателям. Поэтому предприятие с каждым циклом воспроизводства все хуже окупает потребленные ресурсы и наступает время, когда прибыль оборачивается убытком и предприятие не только не возмещает понесенные затраты, но и расходует «впустую» свои ресурсы.

Даже при приемлемой рентабельности собственных средств денежные поступления поглощаются насущными издержками и не покрывают набегающую задолженность. Инфляция вынуждает предприятия пополнять оборотные средства за счет отложенных платежей друг другу и в бюджет и тем самым прерывает товарно-денежные потоки. Согласно официальной статистике, рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) в российской промышленности в 2000–2003 гг. стабильно снижалась (от 24,7% в 2000 г. до 13,5% в 2003 г.), а рентабельность активов в этом периоде повторяла почти ту же динамику с колебанием в узком диапазоне (от 6,3% до 12,9%), демонстрируя устойчивую тенденцию неэффективной производственно-финансовой деятельности предприятий отрасли. В 2004 году показатели рентабельности несколько увеличились (17,9% и 10,5% соответственно), но говорить об их устойчивом росте пока нет оснований. Вследствие этого удельный вес убыточных предприятий индустрии оставался значительным и варьировал в 2000–2003 гг. в пределах от 39,7% до 44,5% (40,9% в 2004 г.) [338, с. 637, 641].

Нарушение ритма производственной деятельности промышленных предприятий влечет за собой прерывание потоков финансовых средств и рост кредиторской задолженности. В последние годы ситуация стала несколько улучшаться, однако, не настолько, чтобы утратила свою остроту и вошла в нормальное русло. В 2004 г. почти половина (49,08%) промышленных предприятий страны имели просроченную задолженность покупателей, а показатели платежеспособности и финансовой устойчивости — коэффициенты текущей лик-

видности (109,5%) и обеспеченности собственными оборотными средствами (-14,4%) — в индустрии были далеки от своих нормативов (не менее 200,0% и 10,0%). В 1998–2004 гг. коэффициент автономии предприятий отечественной индустрии оставался низким и относительно стабильным (колебался в пределах от 47,2% до 56,7% при нормативе не менее 50,0%) [337, с. 596; 338, с. 644].

Устойчивость промышленных предприятий подтачивается и деградацией основных фондов, которых при нехватке средств на их ремонт и модернизацию ожидает свертывание и утрата эксплуатационно-технических качеств. Ясно, что их исчерпание ведет к ухудшению конкурентоспособности выпускаемой продукции и ослаблению адаптационных возможностей предприятий, а то и выходу их из строя. По статистике износ основных фондов в отечественной промышленности в течение 1990–2005 гг. увеличился с 46,4% до 50,6%, в том числе по машиностроению и металлообработке составляет 51,2% (2005 г.). В итоге средний возраст оборудования за период с 1990 по 2004 г. удвоился и достиг 21,2 лет [324, с. 124; 338, с. 391–392]. Вместе с тем в ближайшие годы Министерство экономического развития и торговли РФ предполагает понижение прироста объемов инвестиций в основной капитал: 12,8% (2007 г.), 11,9% (2008 г.), 10,5% (2009 г.), 11,4% (2010 г.) [485].

Известно, что только с 1990 по 1997 гг. абсолютная величина инвестиций в машиностроение снизилась почти в 12 раз, что не без оснований оценивается как «подрезание на корню научно-технического потенциала российской экономики и инвестиционного потенциала страны в целом» [35, с. 16]. Такая негативная картина создает впечатление о деиндустриализации хозяйственного комплекса и движении к инвестиционной структуре, благоприятной для развития лишь топливно-энергетической и сырьевой сфер экономики. И, к сожалению, до настоящего времени отсутствуют надлежащие условия для повышения инвестиционной активности в реальном секторе экономики.

Вместе с тем в условиях крайнего дефицита денежных ресурсов российские предприятия несли бремя высоких банковских кредитов и неплатежей за поставленную продукцию, что оборачивалось чрезмерным накоплением заемных средств и

ухудшением пропорций в структуре их пассивов и финансового положения. Разумеется, само по себе заимствование денежных средств еще не служит верным симптомом несостоятельности предприятия, если оно сопровождается регулируемым притоком прибыли от реализации продукции, и собственные средства предприятия прирастают с опережающей скоростью. Подобная динамика процесса пополнения финансовых ресурсов предприятия не создает угроз для его платежеспособности, поскольку увеличение займов в пассивах предприятия компенсируется более высокой скоростью увеличения собственных средств, а с уменьшением доли заемных средств собственный капитал может иметь пониженную скорость роста.

Для анализа устойчивости динамической структуры пассивов предприятия введем показатели доли заемных средств в имуществе предприятия — коэффициент финансовой напряженности $Kз.с(t)$ и доли собственного капитала в том же имуществе — коэффициент автономии $Kс.с(t)$. Зависимость между коэффициентом $Kз.с(t)$ и скоростью изменения $Kз.с(t)$ формализуем с учетом положительного коэффициента γ , который влияет на скорость протекания процесса

$$Kз.с(t) = \gamma \frac{dKз.с(t)}{dt}. \quad (4.1)$$

Решая это дифференциальное уравнение (вывод решения см. в прил. 2 формула (6)), находим выражение для искомого решения:

$$Kс.с(t) = 1 - Kз.с(0) \cdot e^{-\frac{1}{\gamma}t}. \quad (4.2)$$

Анализ равенства (4.2) с применением критерия устойчивости А.М. Ляпунова позволяет сформулировать следующие выводы:

- при осуществлении адаптивного управления, когда рост доли заемных средств в пассивах предприятия (значение $Kз.с(t)$ увеличивается) компенсируется повышением скорости наращивания собственных средств предприятия, а при сокращении доли заемных средств (значение $Kз.с(t)$ уменьшается) скорость наращивания собственных средств адекватно уменьшается, коэффициент автономии $Kс.с(t)$ стремится к своему максимуму, и этот процесс приближения имеет устойчивый характер (рис. 4.2);

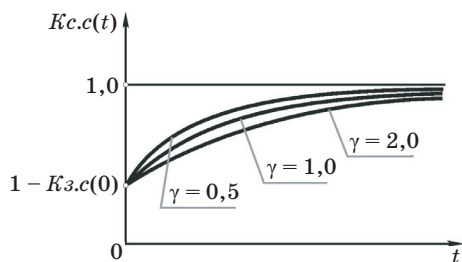


Рис. 4.2. Асимптотическая устойчивость в целом показателя $Kc.c(t)$

- устойчивость роста показателя $Kc.c(t)$ является **асимптотической в целом (глобальной)**. Математически такое утверждение вытекает из того, что $\gamma > 0$ и корень p характеристического уравнения (формула (4) прил. 2) имеет отрицательное вещественное значение. Впрочем, это и так очевидно: при $t \rightarrow \infty$ согласно (4.2) величина $Kc.c(t) \rightarrow 1$, т.е. асимптотически направлена к единице. Такой характер устойчивости $Kc.c(t)$ обусловлен тем, что монотонное приближение его величины к единице не зависит от положения точки $Kз.с(0)$ в начальный момент времени при $t = 0$;

- в экономическом отношении такой вывод означает, что при адаптивном управлении деятельностью предприятия и соблюдении правила компенсации заемных средств собственными, выражаемого равенством (4.1), доля собственных средств в пассивах предприятия с течением времени неуклонно возрастает независимо от структуры пассивов предприятия в исходном положении;

- постоянная γ определяет ход наращивания коэффициента автономии и тем самым задает скорость процесса схождения. Если $\gamma < 1$, то асимптотическое приближение $Kc.c(t) \rightarrow 1$ происходит быстрее, чем при значении $\gamma = 1$, и наоборот: при $\gamma > 1$ оно протекает сравнительно медленнее (рис. 4.2).

Повторим, что такой оптимистический сценарий улучшения структуры пассивов и финансового состояния предприятий можно ожидать, если они обладают требуемым для этого адаптационным потенциалом, который может быть задействован в случае непомерного нарастания доли заемных средств в пассивах предприятия.

Между тем исследования индустриального сектора экономики свидетельствуют о том, что интенсифицируемые

факторами кризиса негативные закономерности в промышленности страны остаются слабо чувствительными к регулируемому влиянию монетарной политики и демонстрируют достаточную устойчивость деградационных тенденций особенно в 90-х годах прошлого века [452]. В обоснование этого тезиса сошлемся на такие доводы, как бессилие монетарных рычагов воздействия (эмиссии и величины денежной массы) на динамику промышленного производства и инфляцию, ресурсную взаимозависимость предприятий (по цепи потоковых процессов между ними), кооперативное поведение (компенсирование затрат партнеров посредством взаимного кредитования) и цикличность (чередование инфляции издержек и инфляции спроса). В результате предприятия глубже затягивались в кризисный круговорот, который расстраивал сеть ресурсобеспечения и угрожал их устойчивости. И если дореформенный период функционирования нашей экономики характеризовался кризисом устойчивости, то нынешний ее этап — устойчивым кризисным развитием.

Целесообразно провести анализ устойчивости экономической динамики индустрии в переходный период. Сравним два варианта разрешения кризисной ситуации в российской промышленности: монетаристский и кейнсианский, для чего воспользуемся схемой макроэкономического моделирования [107]. Приведенные модели отличаются друг от друга содержанием обратной связи и структурно их можно проиллюстрировать тем, что в цепь обратной связи монетаристской модели включены предложение денег (масса денег $M2$) и совокупный спрос (рис. 4.3), а в кейнсианской модели — спрос на деньги, спрос на инвестиции и совокупный спрос (рис. 4.4).

Из этого сравнения видим, что в монетаристской модели отсутствует спрос на инвестиции, тогда как в более сложной кейнсианской модели он учитывается и воздействует на совокупный спрос, вследствие чего настройка второй модели более искусна, чем первой, и трудна для реализации в хозяйственной практике.

Исходной предпосылкой монетаристской модели является убежденность в ее устойчивости, обеспечиваемой регулированием денежной массы $M2$, которая, в свою очередь, через совокупный спрос оказывает влияние на национальный продукт. Вот почему с наращиванием национального продукта увели-

чивается и спрос на денежную массу, а та влечет за собой рост совокупного спроса, что ведет к расширению масштабов производства национального продукта. И, наоборот, сокращение производства национального продукта требует меньшего количества денег, которые снижают совокупный спрос и вместе с ним предложение национального продукта. Подобным образом включенная в цепь обратной связи денежная масса создает условия для изменения национального продукта как в сторону увеличения, так и уменьшения.

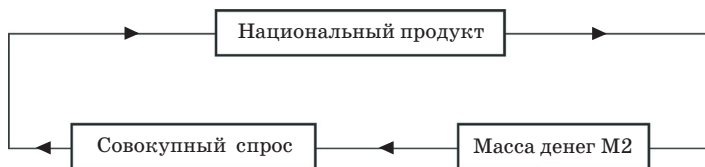


Рис. 4.3. Монетаристский вариант обратной связи национального продукта



Рис. 4.4. Кейнсианский вариант обратной связи национального продукта

Возникающие в экономике возмущения, связанные с изменением величины денежной массы, отзываются реакцией товаропроизводителей, которая зависит от их инфляционных ожиданий. Предчувствуя рост цен, производители закладывают будущие издержки в себестоимость продукции и тем вызывают инфляцию предложения, а вместе с ней и избыточный спрос на деньги. Во взаимообусловленности с этим цены повышаются и из-за инфляции спроса и сокращения (рецессии) объемов производства товаров, что еще больше разгоняет инфляцию. Заметим, что по мнению Н.Н. Моисеева, рыночный механизм снабжен обратной связью лишь по состоянию системы и поэтому способен откликаться только на ее моментальное положение, но не осуществляет саморегулирование системы на основе ее тенденциального развития. «Для устойчивости необходима еще по

меньшей мере обратная связь по скорости и ускорению, т.е. учет тенденций, — убежден он. — Но этого рыночный механизм уже не может реализовать принципиально!» [260, с. 94–95].

В кейнсианской модели влияние на совокупный спрос опосредуется инвестициями и доходы от продажи национального продукта Y распадаются на потребление C и инвестиции I :

$$Y = C + I. \quad (4.3)$$

Полагая, что расходы на потребление представляют собой часть (c) полученных доходов, можно записать, что

$$C = cY,$$

и с подстановкой в равенство (4.3) получаем:

$$Y = C + I = cY + I.$$

После перегруппировки имеем:

$$Y(1 - c) = I,$$

и находим зависимость величины дохода Y от инвестиций I и предельной склонности к потреблению c

$$Y = \frac{I}{1 - c}. \quad (4.4)$$

Полученный мультипликатор инвестиций наводит на очевидный вывод: *доходы от продажи национального продукта пропорциональны инвестициям и увеличиваются, когда растет предельная склонность к потреблению.*

В понимании Л. Столерю (L. Stoleru) равновесие между сберегателями и инвесторами исключительно неустойчиво, поскольку инвестор принимает решения, в зависимости от будущей конъюнктуры, тогда как сберегатель — в зависимости от настоящего или прошлого дохода. Во время снижения инвестиционной активности, когда сбережения возрастают, а потребление падает, последнее особенно нежелательно, потому что в силу мультипликативного эффекта инвестиции еще больше уменьшаются. В такой ситуации правительство с помощью бюджетной политики может оказать регулирующее влияние на уменьшение разрыва между сбережениями и инвестициями, что позволит вывести экономику из воспроизводственного кризиса.

Обращаясь к системе регулирования и ее блочной схеме (рис. 2.4), видим, что мультипликатор обратной связи (2.1)

$$\frac{1}{1-SR}$$

по своему выражению аналогичен мультипликатору инвестиций (4.4) [206]. Сравнивая их формулы (4.4) и (2.1), находим, что в кейнсианской модели предельная склонность к потреблению c выражает собой величину SR и для устойчивости требуется выполнение неравенства $0 < c < 1$.

Настоящее резюме имеет принципиальное значение для сохранения устойчивости отечественных промышленных предприятий: *с нарастанием переходных процессов, типичных для трансформационной экономики, поддержание устойчивости предприятий связано с усилением управляющих сигналов, поскольку в противном случае распространение хаоса трудно удержать в рамках допустимого диапазона и тем обеспечить устойчивость функционирования предприятий.* Такой довод справедлив и в отношении их производственных систем: устранение угроз деятельности предприятий предполагает их широкие возможности для удовлетворения рыночных потребностей, свертывания изготовления нерентабельных и освоения выпуска прибыльных видов продукции.

Как известно, экономическая наука традиционно связывает поведение предприятий с примечательными особенностями рыночного окружения (совершенной конкуренцией, дуополией, монополией и др.). Специфика среды накладывает отпечаток на функционирование предприятий, побуждая их стремиться к наиболее выгодному из доступных им состояний. Подобное состояние обычно принимают равновесным, отличающимся от прочих состояний тем, что по его достижении предприятие не испытывает желания к изменению этого состояния, ввиду его предпочтительности перед другими возможными состояниями (§ 3.2).

Равновесная ориентация предприятия предопределяет траекторию его движения в процессе адаптации к динамичным факторам среды. С этих позиций представляют интерес исследования аналитиков по ценовому приспособлению предприятий к условиям равновесия и неравновесия. В частности, поиск способа такой адаптации предпринял К. Эрроу (К. Arrow), восполняя логический пробел в формулировках теории совершенной конкуренции. Обсуждая рациональное

решение по поводу цен, в отличие от количества товара, он заключает, что «в любом состоянии неравновесия, т.е. в любой ситуации, когда предложение не равно спросу, ...экономика проявляет признаки монополии и монополии. Эти признаки тем явственнее, чем больше неравновесие» [478, с. 443]. Отклонение от состояния равновесия говорит об определенном типе организации экономической системы и характере ресурсообмена между предприятиями.

В этом отношении потребление ресурсов предприятиями в конкурентной экономике контрастирует с нерациональным использованием их монополистами в неравновесной среде. В ней распределение ресурсов не отвечает критерию эффективности, и монополист сталкивается с неопределенностью в отношении спроса на производимый им товар. В силу большой сложности *анализ существования равновесия предприятия в неконкурентной среде остается и поныне трудноразрешимой задачей.*

Обращаясь к факторам трансформации отечественной экономики, следует еще раз заметить, что пустивший в ней корни монополизм предприятий подорвал возможность обретения общего равновесия. Резкое снижение спроса из-за уменьшения покупательской способности сопровождалось обвальным и затяжным падением производства и связанным с ним сокращением предложения так, что траектории спроса и предложения проходили вдали от равновесных. Кроме того, механизм инфляции циклически воспроизводил вновь и вновь товарно-денежную разбалансированность и аритмию ресурсных потоков между предприятиями.

Исследование свойств положения равновесия, его нарушения и восстановление в тех или иных условиях было предпринято основоположниками экономической теории и продолжается до сих пор. *Предлагаемый подход к равновесию и устойчивости промышленных предприятий содержит в качестве отправной посылки необходимость их достаточного ресурсообеспечения, способного поддерживать равновесие и устойчивость предприятий в динамичном окружении.* Уместно предположить, что осуществляемое ими маневрирование в подвижной среде направлено на погашение возмущений в кругообороте и накоплении ресурсов. Благодаря этому предприятиям удается противостоять рыночным колебаниям, способным пошатнуть их положение и довести до истощения ресурсов.

В свою очередь, равновесие между предприятием и внешней средой подразумевает сохранение приемлемого уровня интенсивности обменных процессов между ними. Ощущая влияние среды и оказывая обратное воздействие на нее, предприятие связано со средой каналами входных и выходных потоков материально-технических, энергетических, трудовых, информационных, финансовых и других ресурсов. Их органическое дополнение друг друга и взаимозависимость в процессе деятельности предприятия проявляют себя изменением величины и структуры его ресурсного потенциала.

Для поддержания сбалансированного взаимодействия с окружением предприятие приводит в действие свой гомеостатический механизм, координирующее влияние которого позволяет стабилизировать ресурсообмен с внешней средой на допустимом уровне. Проводится регулирование входных и выходных потоков предприятия, имеющее целью предотвратить критическое ослабление их эквивалентности и тем самым обеспечить воспроизводство ресурсов. И необходимым условием успеха подобного адаптивного поведения предприятия становится информационной прозрачность его окружения и обладание требуемыми ресурсными резервами.

4.2. Институциональные преобразования и информационный фактор поведения производственных систем

В концепции равновесия экономических систем на передний план выходит проблема информированности участников обмена ресурсов, о чем шел разговор выше в контексте наблюдаемости экономических процессов (§ 3.2). Действительно, уже в случае с монополией было видно, что неопределенность по поводу спроса на изготавливаемую продукцию сказывается на ее поведении. Неопределенность коренным образом меняет картину равновесия, вуалируя процесс движения ресурсов и оставляя его участников в неведении относительно свойственных им кривых спроса и предложения. Однако именно такая ситуация больше отвечает реальности, на что не раз указывали в своих публикациях классики экономики и их последователи.

Трансформационные сдвиги в российской экономике, имевшие своим итогом развал структуры централизованного уп-

равления и распыление восходящих и нисходящих потоков информации, разрядило информационное пространство вокруг предприятий и усилило неопределенность экономической среды. При слабой насыщенности горизонтального документооборота предприятия начинали испытывать дефицит не только информационных, но и материально-технических, энергетических, финансовых и других ресурсов. И это понятно: информационный обмен с директивными органами (Госпланом, Госснабом, министерствами и др.) и между собой позволял предприятиям намечать и осуществлять перемещение ресурсов, увязывая производство товаров и потребности народного хозяйства в них. По сведениям Центра экономической конъюнктуры при Правительстве РФ среди факторов, ограничивающих деловую активность базовых промышленных организаций, неопределенность экономической обстановки в течение 1997–2004 гг. постоянно занимает третье место. Правда, за этот период его значение (в процентах от общего числа базовых промышленных организаций) снизилось с 41% (1997 г.) до 20% (2004 г.) [338, с. 380].

В сценарии шоковой терапии освобождению цен от централизованного регламентирования принадлежало краеугольное значение, что соответствовало монетарной ортодоксии, по определению не совместимой с директивным ценовым регулированием. В достаточно монополизированной российской экономике ситуация отягощалась галопирующей инфляцией, отчего неопределенность спросовых показателей на выпускаемую продукцию и вредное влияние помех на процесс обмена ресурсами становились еще больше. В такой обстановке производители и потребители имели весьма смутные представления о конъюнктуре нарождающегося рынка и, по сути дела, работали «вслепую». Ведь в теории монетаризма монополии не препятствуют передаче информации в форме ценовых сигналов, но своими действиями искажают ее.

Ценовая динамика в пореформенный период в нашей стране отличалась крайней неравномерностью, о чем можно судить по диаграмме индексов цен на рис. 4.5. В своих проектировках на 2007–2010 гг. правительство РФ прогнозирует, что инфляция будет постепенно снижаться, но ее колебания останутся в пределах от 5,5 до 8,0% (в процентах к предыдущему году): 7,0–8,0% (2007 г.), 6,0–7,0% (2008 г.), 5,5–6,5% (2009 г.), 5,0–6,0% (2010 г.) [485].

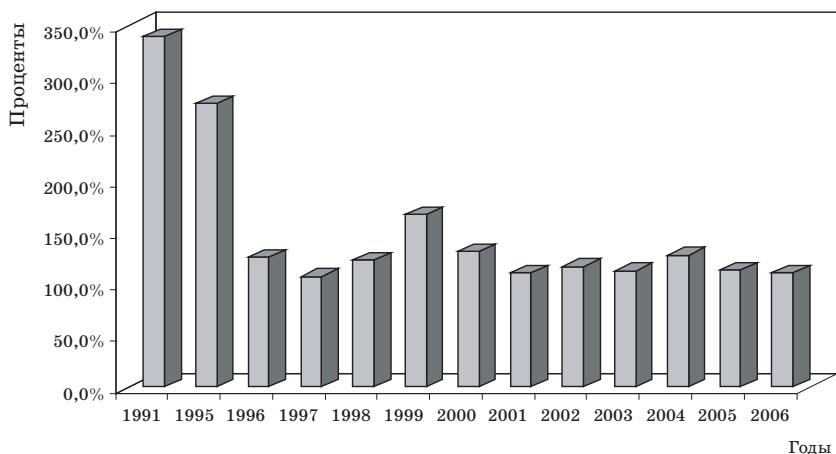


Рис. 4.5. Динамика индексов цен производителей по промышленности в 1991 и 1995–2006 гг. (декабрь к декабрю предыдущего года) [324, с. 413; 338, с. 689; 487; 489]

Исследования К. Эрроу (К. Arrow) подтверждают, что неопределенность — ключевое соображение в теории ценового приспособления в монополистической экономике. Для условий равновесия знание системы цен вполне достаточно для выбора экономического поведения, но монополисту необходимо знать всю его кривую спроса, а не только одну цену.

Обескураживающий рост цен в нашей стране не только ухудшал прозрачность экономического взаимодействия субъектов хозяйствования, но и разрушал сложившуюся между ними сеть ресурсных потоков. Перебои с поставками сырья, материалов, комплектующих, энергии, финансов и других ресурсов приобретали хронический характер и вносили разлад в ход производственной деятельности предприятий. *В такой высоко возмущенной среде гомеостатический механизм предприятий утрачивал способность саморегулирования обменных процессов с внешней средой: входные и выходные потоки ресурсов сильно поредели и их импульсивность сбивала ритм производства и пополнения расходуемых ресурсов.*

Пагубное последствие инфляции испытало как ресурсообеспечение предприятий, так и информационное пространство экономики. Цены переставали отражать затраты на производ-

ство товаров и соотношение их спроса и предложения, и тем самым ценовые сигналы несли об этом изрядно «подпорченную» информацию и запутывали товаропроизводителей. «Высокая инфляция и в особенности сильно варьирующая инфляция приводит к тому, что помехи полностью забивают полезный сигнал, и важная информация превращается в бессмысленный шум», — признавал М. Фридман (M. Friedman) [408, с. 39].

Поскольку цены уже не обладали информационной ценностью и теряли свою ориентирующую роль в обеспечении сделок, то при возрастании неопределенности поведения предприятий исчезает и предпосылка достижения общего экономического равновесия. Так в контексте транзакционных издержек и ценового механизма распределения ресурсов Р. Коуз (R. Coase) обращает внимание на то обстоятельство, что вопрос неопределенности часто считают очень важным для изучения равновесия фирмы. Размышляя о статическом и подвижном равновесии, он возлагает задачу сохранения равновесия на предпринимателя, управленческая деятельность которого нацелена на регулирование «объема контроля» в своей фирме. В теории транзакционных издержек находит объяснение тот факт, что интегрирующая сила в лице предпринимателя замещает интегрирующую силу механизма цен [192].

Но подобное регулирование поведения предприятия лишено объективной почвы, если не располагать релевантной информацией относительно предполагаемого положения равновесия. В противном случае уходит сама возможность использования на практике теории общего равновесия. Ведь ценовой механизм не срабатывает так, как ему надлежало функционировать в рамках классических представлений. В. Леонтьев подчеркивал, что для вытесняющей статическую динамической теории общего равновесия препятствием становится не столько сложность аналитического аппарата, сколько отсутствие детальной фактической информации, необходимой для практического применения методов этой теории.

Такая ситуация, связанная с отклонением от равновесного состояния и необходимостью обретения его вновь, окружена, как и прежде, неопределенностью и информационными ограничениями. В условиях подвижной рыночной среды они служат причиной расхождения существующего и равновесного состояния и сводят на нет возможность его констатации, не говоря

уже о проблематичности поддержания равновесия. Кстати, П. Самуэльсон (P. Samuelson) говорил о том, что неопределенность положения во всех случаях приводит к постоянному нарушению всякого равновесия. Дефицит информации «погружает» аналитиков в неизвестность относительно действительного положения кривых спроса и предложения и их балансирования.

Между тем, можно ли оценить меру отклонения экономической системы от равновесного? Имеется ли необходимая для этого информация? Современные аналитики склоняются к выводу о том, что неопределенность скрыта в существовании самого явления равновесия и потому отсутствие информации имманентно свойственно ему. Получается, что поиск исчерпывающей информации нелогичен и бесперспективно пытаться ее найти и оценивать.

Вследствие этого динамика спроса и предложения не допускает непосредственного наблюдения и проверки выдвигаемых гипотез по поводу достижения равновесия экономической системы. «В самом деле, все эти кривые совокупного спроса и предложения, которыми мы так любим оперировать, нельзя считать реальными, объективно данными фактами, поскольку они представляют собой результат непрерывно идущего процесса конкуренции, — считает Хайек (F. Hayek). — Мы не можем также надеяться выяснить на основании статистической информации, какую корректировку цен и доходов следует предпринять, чтобы приспособиться к неминуемым изменениям» [410, с. 12].

Ввиду этого каноны теории общего равновесия теряют свою конструктивность, поскольку обретение равновесия в экономике становится сомнительным. Несмотря на то, что равновесное состояние сохраняет свою притягательность и объясняет характер поведения экономической системы, на практике подобное состояние во многом идеализировано и искусственно, о чем уже шел разговор раньше.

Нынешние показатели продуктивности отечественной индустрии (неспешный рост индекса промышленного производства в пределах от 104,4 до 107,0% в 2001–2006 гг.) дают повод для осторожного оптимизма, но недостаточны для утверждения о переломе тенденции кризисного развития индустрии и необратимости наступающего подъема. Сложившееся неравновесие в нашей экономике будет продолжаться и дальше,

пока спрос и предложение остаются на крайне малом уровне. Тем самым траекторию движения отечественной индустрии в последние годы нельзя признать как вполне устойчивую, но нет веских причин считать ее и неустойчивой со свойственной ей резкой амплитудой показателей. Такую своеобразную ситуацию в экономике не обошел вниманием Дж. Кейнс (J. Keynes): «В частности, примечательное свойство экономической системы, в которой мы живем, состоит как раз в том, что, хотя она и подвержена серьезным колебаниям производства и занятости, она не является крайне неустойчивой. В действительности она может пребывать в состоянии хронически пониженной активности в течение длительного времени, не проявляя заметных тенденций ни в сторону оздоровления, ни в сторону окончательного краха» [160, с. 330].

В подобной обстановке удовлетворение спроса на товар может создать иллюзию достижения равновесия¹ на рынке, поскольку формально предложение его соответствует спросу, а стабильность этого положения и вовсе воспринимается как обретение желаемой устойчивости. О том, что это не так, говорит хотя бы тот факт, что производственная мощность предприятий используется слабо (в качестве примера приведем уровень ее использования в 2005 г. в производстве электромашин крупных — 41%, кузнечно-прессовых машин — 20%, металлорежущих станков — 13% [488]) и затраты на изготовление промышленной продукции непомерно высоки. Поэтому эффективность такого равновесия мизерна и не оправдывает благостных ожиданий созидателей нынешней экономической политики.

Современному положению российской экономики свойствен медленный рост показателей индустрии, и тем оно отличается от периода депрессии прошлых лет. Однако прогрессивная динамика по своим темпам явно отстает от необходимых, если иметь в виду глубину «провала» в сфере промышленности и потерь материально-технических, трудовых, финансовых и иных ресурсов предприятий отрасли. Для преодоления урона шоковой либерализации и торможения инерционных процессов деградации производственного потенциала пред-

¹ Чтобы избежать путаницы, заметим, что в данном случае речь идет о равновесии по Л. Вальрасу (L. Walras), т.е. о «хорошем» равновесии, хотя в действительности оно не обязательно может быть таковым.

приятий требуется ускоренное наращивание утраченных ими ресурсов. Последовательность и темпы российских реформ привели к тому, что «существовала вероятность оказаться в «западне» равновесия на низком уровне», — писал Дж. Стиглиц (J. Stiglitz) [376, с. 24]), и с этим нельзя не согласиться. К тому же и исследования по синергетике показывают, что в широком диапазоне параметров базовая модель общества, включающая рыночный механизм ценообразования при производстве и потреблении одного продукта, имеет два устойчивых состояния. Одно из них характеризуется высоким, тогда как другое низким уровнем производства и потребления.

Вместе с тем *проведенные институциональные преобразования в нашей экономике породили особенный стиль работы предприятий, для которых невыгодные в общепринятом смысле традиции стали нормой поведения.* Несмотря на то, что результаты такого образа действий весьма скромны, они не вызывают желания сменить навязанный им «порочный» стиль и следовать правилам цивилизованной экономики. «При неустойчивой институциональной структуре и удаленных от равновесия начальных условиях макроэкономическая политика, стандартная для развитых экономик, может способствовать формированию неэффективных устойчивых форм поведения — институциональных ловушек», — полагает В.М. Полтерович [308, с. 21]. При этом под институциональными ловушками (бартер, неплатежи и т.п.) он понимает неэффективную, но устойчивую норму поведения, попав в которую система предпочитает неэффективный вариант развития, причем вывод ее на эффективную траекторию может быть сопряжен со значительными затратами.

По прошествии времени становится особенно очевидным, что выбранный реформаторами способ перехода к новой экономике имел мало шансов на успех. Известные теоретические схемы классических школ не обращались к «переходным экономикам» и потому не могли служить «руководством к действию». Как признавал Дж. Стиглиц (J. Stiglitz), традиционная экономическая теория еще меньше способна объяснить динамику перехода, чем состояние равновесия, но именно динамика преобразований становилась «яблоком раздора» в спорах относительно определения темпов реформ и их последовательности. Не скрывает разочарования и В.Л. Макаров: «К сожа-

лению, приходится констатировать, что мировая экономическая наука не уделяла достаточного внимания переходным периодам. Нет и соответствующей теории или теорий, хотя исторический опыт уже накоплен вполне достаточный... Современный мир — это мир экономических реформ. Но вот теорий переходного периода пока не видно» [229, с. 39].

Практика внедрения рецептов монетаристской школы лишь подтвердила опасения, связанные с неадекватностью применявшихся правительством мер российской экономической действительности. *Была опровергнута концепция, согласно которой экономике по определению присуще свойство саморегулирования, и потому роль государственных институтов сводится лишь к контролю за денежной массой и обеспечению социального стандарта жизненного уровня населения. Саморегулирование, по-видимому, начинает отказывать в период быстрых и сильных переходных процессов, когда система находится под угрозой потери устойчивости*¹.

Теория устойчивости, как отмечалось выше, рассматривает устойчивое движение системы лишь при допустимых возмущающих воздействиях, поскольку в противном случае ее устойчивость может быть подорвана. Поэтому и постулаты экономических теорий сохраняют свою конструктивность при определенных условиях и имеют границы применимости, что вполне закономерно для модельных отображений общественных перестроек. По образному выражению Л. Клейна (L. Klein), классическая гипотеза исходит из того, что рынок работает как «автоматический (аналоговый) компьютер», который эффективно действует как «невидимая рука», в то время как центральные планирующие органы управляют его аппаратной частью.

С той поры, когда был продекларирован принцип «laissez faire», экономические системы в течение многих лет претерпевали коренные изменения и, следуя логике развития научных парадигм, ранние концепции впоследствии становились обычно частным случаем более общей теории, подобно тому,

¹ Нам памятно, что сторонники проведения в экономике «хирургической операции» и перехода к свободному рынку политикой «одного удара» рекомендовали разрешить свободную игру цен, полагая, что при этом будет достигнуто равновесие (см., например, Я. Курнаи [187, с. 72]).

например, как ньютоновская механика позднее была обобщена физикой А. Эйнштейна (A. Einstein). Не умаляя законы И. Ньютона (I. Newton), эйнштейновская теория сохраняет их в своей концепции на случай малых скоростей тел (значительно меньших скорости света). Неуклонное возрастание объема знаний обогащает предшествующие модели и отводит им место одного из возможных вариантов более универсальной теории.

Вряд ли можно оспаривать и то обстоятельство, что разнообразие состояний хозяйственного комплекса XXI века с разветвленной инфраструктурой намного превосходит подобный показатель в прошлом, когда системы пребывали в более стационарной среде, чем ныне. А значит, согласно кибернетическому закону необходимого и достаточного разнообразия состояний системы управление таким комплексом сегодня гораздо сложнее по структуре и функциям. Промедление с принятием выверенных решений в быстро меняющейся и рискованной среде может обернуться потерей устойчивости системы и возникновением в ней необратимых процессов утраты управляемости.

В этой связи акцентируем внимание на том, что проблематика равновесия и устойчивости экономических систем привлекала наших ученых еще до наступления рыночных преобразований (см., например, [28; 62; 212; 228; 305]). Имманентное стремление к равновесному состоянию и централизованной экономики подводило к мысли о необходимости анализа динамической картины перестроек в ней и устойчивости обретаемого равновесия. Рассматривая эту задачу под углом зрения моделирования взаимодействия подсистем народного хозяйства, А.Г. Гранберг констатировал (1978 г.): «Для планирования народного хозяйства важно, чтобы модель экономического взаимодействия позволяла изучать не только отдельные состояния равновесия, но и сам процесс функционирования экономической системы, основной тенденцией которого должно быть стремление к достижению устойчивой траектории равновесия. Поэтому общая модель экономического взаимодействия подсистем народного хозяйства должна быть динамической и включать описание механизмов перехода от неравновесных состояний к равновесным и выхода из равновесных состояний при структурных перестройках народного хозяйства» [111, с. 148–149]. Для таких моделей доказывалось существование траекторий равновесия и уста-

навливаются соотношения между равновесными и оптимальными траекториями.

Небезынтересно и то, что еще в начале 80-х годов прошлого века в полемике с оппонентами концепции экономического равновесия В.А. Волконский не соглашался с их доводом: отклонившись от состояния равновесия, вызванного одним возмущением, экономическая система не успевает вернуться в него из-за вмешательства другого возмущения. Ведь скорость возвращения экономической системы оказывается соизмеримой с частотой возникающих возмущений, ввиду чего система оказывается постоянно отклоненной от положения равновесия. Как полагал В.А. Волконский, такая постановка вопроса обуславливает необходимость прогнозирования и планирования не только объемных показателей, но и цен.

Между тем, принимая во внимание специфику деятельности промышленности, не приходится удивляться тому, что *современные экономические концепции сужают поле действия рыночного автоматизма и признают оправданным участие государства в отладке хозяйственного механизма*. Обращаясь к идеологии свободного рынка и невидимой руки А. Смита (A. Smith), Дж. Стиглиц (J. Stiglitz) критикует последователей Вашингтонского консенсуса. По его мнению, новейшие достижения экономической теории «показали, что, как только имеет место несовершенство информации и неполнота рынков, что и бывает всегда в реальности и особенно в развивающихся странах, невидимая рука функционирует крайне неудовлетворительно» (выделено в тексте Дж. Стиглицем) [377, с. 98].

Скептически относится к рекомендациям составителей Вашингтонского консенсуса и В.М. Полтерович. В развиваемой им концепции стратегий институциональных преобразований шоковый характер реформ, когда происходит почти мгновенная замена одних правил поведения другими, нередко сопровождается длительным переходным периодом. И если параметры системы далеки от равновесных, то сходимость к равновесию не гарантирована. Даже в том случае, когда такая сходимость соблюдается, в условиях множественности равновесий траектория движения системы может оказаться неэффективной. Кроме того, при быстрых и комплексных изменениях экономические агенты не располагают достаточными возможностями для адаптации, а сами реформаторы — для

коррекции ошибочных действий. В сильно неравновесной среде переходный процесс стимулирует перераспределительную активность, что приводит к значительным издержкам и вызывает массовое недовольство.

Отечественные ученые, за редким исключением, видели в стремлении реформаторов «одним махом» разрубить узел накопившихся проблем опасность направить течение кризисных процессов в русло затяжной и глубокой деградации российской индустрии. Вопрос о темпах и роли государства в преобразовании экономических отношений стоял в центре жарких дискуссий, и как мы знаем, на практике имел своим исходом «прыжок в рынок». Подобное *забегание ценовой либерализации по сравнению с необходимыми для этого условиями породило устойчивые формы спадовой динамики промышленного производства, которые и ныне сковывают движение нашей индустрии из институциональных ловушек*. Ведь западный рынок стал результатом естественно-исторического развития общества; он «выращивал» свои институты на протяжении веков, ввиду чего их имплантация («вживление») в нашу экономику в короткие сроки не могла не дать отрицательных последствий. Их смягчение и регулирование переходных процессов должно стать заботой государственных органов власти и управления прежде всего в начальной стадии рыночных преобразований.

Описанный пессимистический прогноз нашел подтверждение в российской действительности пореформенных лет. Наши ведущие ученые (Л.И. Абалкин [1, с. 6], А.Г. Аганбегян [3, с. 26], Д.С. Львов [223, с. 20] и др.) писали, что крутизна падения ряда экономических индикаторов не имеет аналогов в новейшей истории, а продолжительность кризиса и масштабы последствий «шоковой терапии» беспрецедентны для мирного время, причем вызванные ими разрушительные тенденции могут стать необратимыми. Зарубежные и российские экономисты с мировым именем — лауреаты Нобелевской премии Л. Клейн (L. Klein), В. Леонтьев, Д. Норт (D. North), Дж. Тобин (J. Tobin), К. Эрроу (K. Arrow), а также Дж. Гэлбрейт (J. Galbraith), Л.И. Абалкин, О.Т. Богомолов, С.Ю. Глазьев, В.В. Ивантер, Д.С. Львов, В.Л. Макаров, А.Д. Некипелов, Н.Я. Петраков, С.А. Ситарян, С.С. Шаталин, Н.П. Шмелев, Ю.В. Яременко и другие — провозгласили себя привержен-

цами умеренного подхода к экономическим реформам, полагая, что шоковая терапия доказала свою неэффективность как с экономической, так и политической стороны [57]. При этом они признают необходимость разработки конструктивной государственной программы преобразований и отрицают возможность того, что одни лишь свободные рынки обеспечат перераспределение ресурсов колоссальных масштабов.

В упомянутых дискуссиях конца 80-х годов было немало предположений и относительно направления грядущей хозяйственной политики. Сбылись предсказания тех специалистов, которые рассматривали стремительный «уход» государства из сферы экономики рискованным и ущербным для противоречивого процесса ее перевода на рыночные отношения. *В период институциональных преобразований, обильно насыщенных перестроечными возмущениями, упование на самоорганизацию и стихийное регулирование хозяйственной деятельности не имело убедительных оснований.* «В отличие от проправительственных экономистов, — уточняет А.Д. Непелов, — Отделение экономики РАН всегда выступало за активное регулирование государством рыночной трансформации экономики, сосредоточение в его распоряжении значительных финансовых ресурсов для проведения продуманной промышленной и социальной политики» [272, с. 13]. С течением времени уверенность в необходимости усиления государственного влияния на институциональные преобразования не только не ослабла, но, наоборот, лишь окрепла и все яростнее пронизывает полемические замечания экономистов на страницах печати. С тревогой они пишут о нарастающей тенденции деградации ресурсов, что в отсутствие достаточных инвестиционных вложений лишь усугубляет нынешнее и будущее положение российских предприятий, не говоря уже о перспективах модернизации производства и инновационного прорыва. «Нигде в мире — ни в развитых капиталистических, ни в постсоциалистических странах — без целенаправленной и систематической государственной поддержки диверсификация общественного производства не происходит, — подчеркивает Р.С. Гринберг. — По меньшей мере самообман думать, что модернизация экономики наступит сама по себе, без активной государственной инвестиционной политики, даже если в стране удастся сформировать цивилизованную инсти-

туционально-правовую среду, благоприятствующую конкуренции» [115, с. 4].

Молниеносная, по сути дела, смена системы управления народным хозяйством без сопровождения ее компенсирующими со стороны государства действенными мерами макроэкономической стабилизации оставляла предприятиям мало возможностей для эффективной адаптации к нарождающемуся рынку. Свидетельством тому является красноречивая негативная динамика в производстве промышленной продукции, низкий уровень ее конкурентоспособности и продолжение старения имущественного комплекса предприятий. Тем самым последствия шоковой терапии дают о себе знать и по сей день, оказывая сдерживающее влияние на ресурсную маневренность промышленных предприятий, их инвестиционную деятельность и сохранение устойчивости в турбулентной среде транзитивной экономики.

4.3. Синергетическая интерпретация эволюции производственных систем: от неустойчивого равновесия к устойчивому неравновесию

Обсуждая трансформацию равновесных и устойчивых состояний промышленных предприятий, нельзя обойти вниманием новаторский вклад в познание этих преобразующих процессов Н.Д. Кондратьева. Его фундаментальные исследования за давностью лет не только не утратили своей теоретической ценности, но, напротив, до сих пор сохраняют удивительную способность завоевывать новых поборников его экономических идей. В нашу эпоху быстрых перемен и научных революций труды русского ученого не перестают быть щедрым источником, из которого современники черпают оригинальные суждения и построения для своих концепций. Но, обладая возрастающей притягательностью, воззрения Н.Д. Кондратьева вместе с тем проходят проверку временем с позиций достижений науки и практики и, в частности, исследований по экономической динамике [455].

Общеизвестно: изыскания Н.Д. Кондратьева в этой области опираются на базисные понятия равновесия и устойчивости экономических систем. Предлагая интерпретацию понятия

экономического равновесия хозяйства, он склонялся к тому, что оно «есть какое-то *предельное* состояние его, которое возможно лишь при *определенных условиях* и которое выражается в каких-то *определенных* соотношениях элементов народного хозяйства. Всюду, где дано равновесие, дано это предельное состояние хозяйства, даны те условия, при которых равновесие только и мыслимо, даны и те соотношения элементов народного хозяйства, которые свойственны состоянию равновесия» (выделено в тексте Н.Д. Кондратьевым) [182, с. 298]. Тем самым обретение системой состояния равновесия находится в зависимости от ряда обстоятельств, которые способствуют ему. Каковы же они?

В экономической теории чаще акцентируют внимание на содержании балансирующих друг друга процессов или их параметров, чем углубляются в природу самого феномена равновесия, его предпосылок и механизма движения к нему. Априори обычно полагают, что равновесие предпочтительнее других состояний системы, с точки зрения критерия полезности, поэтому в концепции Н.Д. Кондратьева она не обнаруживает внутренних тенденций к изменению своих элементов и их соотношений.

Не сомневаясь в правомерности этого утверждения в принципе, осмелюсь предположить, что прогрессивная роль состояния равновесия для экономических систем является не такой однозначной, как преимущественно трактуется в литературе. Можно сказать, что *движение системы к равновесию имеет веские основания, но отнюдь не всегда сопровождается накоплением в ней позитивных качеств*. С признанием того, что равновесие системы обладает «зоной притяжения» и выгоднее по сравнению с другими ее состояниями, резонно ожидать и стремление системы занять положение наиболее устойчивого равновесия. Однако не любая траектория движения системы с течением времени приближается к равновесному состоянию, и к тому же условия устойчивости всего множества возможных траекторий некоторого пространства оставались математически неопределенными, судя по всему, до 1953 г., т.е. до момента выхода в свет работы Е.А. Барбашина и Н.Н. Красовского по устойчивости движения «в целом». Кроме того, свойства устойчивости для каждого конкретного случая начальных условий системы требуют задания области

допустимых возмущений, в пределах которых система сохраняет устойчивость своих параметров (§ 3.1).

Напомним, что абсолютно устойчивые состояния равновесия не «очаровывают» аналитиков, поскольку, образно говоря, «консервируют» систему и лишают ее возможности совершать переход в другие устойчивые состояния. К тому же в термодинамике абсолютная устойчивость системы реализуется только при максимальной энтропии в ней, что может угрожать функционированию такой системы. По этому поводу Н. Винер (N. Wiener) заметил, что в явлениях жизни и поведении нас интересуют относительно устойчивые состояния, поскольку абсолютно устойчивые состояния достижимы лишь при очень больших значениях энтропии, что подобно «тепловой смерти». Значит, не равновесные, а квазиравновесные состояния связаны с жизнью, мышлением и другими органическими процессами.

Хаос (или беспорядок, шум) вводит в процесс функционирования системы «игру случая» и отклоняет реальное поведение системы от предполагаемого режима. Влияние хаоса может оказаться настолько мощным, что движение системы и вовсе станет непредсказуемым, и тогда она окажется охваченной вихрем перемен.

Хаотические процессы в середине прошлого века стали предметом пристального разбора со стороны физиков-химиков и математиков и, благодаря их исследованиям, взгляд на хаос подвергся коренному пересмотру. В научный обиход вошло понятие «хаотическая система», специфической чертой которой является то, что ее описание не может быть проведено в терминах отдельных траекторий системы и выполнимо только для их пучка (ансамбля). Вызвано это тем, что нельзя заранее предвидеть, по какой конкретной траектории будет протекать развитие системы, если она достаточно чувствительна к начальным условиям, и потому возврат такой системы в исходное состояние уже исключен, поскольку здесь властвует свойство необратимости («стрела времени»). И. Пригожин и И. Стенгерс (I. Stengers) аргументируют, что оперирование ансамблем траекторий выгодно в двух отношениях: во-первых, он позволяет удобно рассчитать средние значения, и, во-вторых, понятие ансамбля необходимо для описания системы, достигшей термодинамического равновесия, т.е. такого состо-

яния, в которое самопроизвольно приходит система в условиях изоляции от своего окружения.

Понятие энтропии как меры необратимого рассеяния энергии находит вместе с тем широкое применение и в качестве показателя упорядоченности системы: снижение энтропии означает уменьшение разнообразия состояний системы и повышение ее упорядоченности и, наоборот, повышение энтропии есть не что иное, как рост числа различных состояний и уменьшение упорядоченности системы. Тем самым энтропия отождествляется с хаосом системы и характеризует его в количественном отношении.

С позиций термодинамики *низкая энтропия присуща неустойчивому состоянию закрытой системы, которое с течением времени эволюционирует к равновесному положению с высоким энтропийным уровнем.* Обретаемое такой системой состояние становится устойчивым, что дает основание утверждать об окончании полета «стрелы времени»: она словно достигает цели и теряет свою направленность (хотя, разумеется, само время на этом не останавливается и продолжает свое течение). И поскольку произвести попятное движение подобной системы и вернуть ее вновь в исходное состояние уже невозможно, такому процессу несвойственна обратимость.

В информационном аспекте увеличение энтропии в экономической системе равносильно утрачиванию порядка в ней и усилению негативных тенденций, для предотвращения которых требуется наполнять ее информацией из внешней среды. Тогда поступающая информация нейтрализует или ослабляет энтропийный процесс, и система выводится из-под влияния деградации. В результате хаос в системе снижается и нарастающий в ней порядок уменьшает ее энтропию.

Наблюдения показывают, что предрасположенность к устойчивому равновесию проявляют системы различной структуры. Не требующая доказательств, эта тенденция свидетельствует об универсальности и говорит о ее фундаментальном характере. Упомянем лишь о двух впечатляющих открытиях в мире природы.

Описываемой закономерности подчиняется, например, биогенное движение атомов на земле. В.И. Вернадский указывал, что между биосферой и живым существом «идет непрерывный материальный и энергетический обмен, материально

выражающийся в движении атомов, вызванном живым веществом. Этот обмен в ходе времени выражается закономерно меняющимся, непрерывно стремящимся к устойчивости равновесием. Оно проникает всю биосферу, и этот биогенный ток атомов в значительной степени ее создает» [73, с. 15]. В этом движении ученый-энциклопедист видел космическое значение живого вещества, причем космические процессы поддерживают динамическое равновесие и организованность: биосфера ↔ живое вещество.

Любопытно, что последовательность устойчивых и неустойчивых состояний равновесия заложена и в химических соединениях. Размышляя о структуре веществ, Д.И. Менделеев коснулся вопроса об их прочности: «Представляя вещество сложным из атомов, составляющих системы или частицы, естествоиспытатели должны ожидать случаи различной степени устойчивости этих систем, т.е. более или менее нестойких равновесий, способных, при известной степени нарушения системы или ее потрясения, переходить в более стойкие равновесия» [245, с. 501]. При этом только от одного прикосновения к некоторому телу, находящемуся в равновесии, могут происходить глубокие химические изменения с появлением более прочного вещества.

Благодаря открытиям, аналогичным упомянутым выше, исследователи предоставляют для теории устойчивости результаты своих изысканий по физике, синергетике, кибернетике, экономике, экологии и другим научным дисциплинам. В этом отношении естественно-научные и экономические школы осуществляют перекрестный обмен знаниями и развивают учение о равновесии и устойчивости систем.

Механизм и условия перехода системы в равновесные состояния оказались в центре исследований, ввиду зарождения нелинейной динамики и становления синергетики. Именно к ним были обращены взоры аналитиков, когда была раскрыта картина неустойчивого равновесия в природных системах, причем эффекты нелинейных процессов выходят за рамки обычной системологии и дают толчок переосмыслению традиционных взглядов на экономическую эволюцию.

Состояния неустойчивого равновесия пронизательно подметил еще А. Пуанкаре (H. Poincaré). В работе «Наука и метод» (1908 г.) он следующим образом описывал нелинейную

картину этого явления: «Если бы мы знали точно законы природы и состояние Вселенной в начальный момент, то мы могли бы точно предсказать состояние Вселенной в любой последующий момент... Мы говорим, что явление было предвидено, что оно управляется законами. Но дело не всегда обстоит так; иногда небольшая разница в первоначальном состоянии вызывает большое различие в окончательном явлении. Небольшая погрешность в первом вызвала бы огромную ошибку в последнем. Предсказание становится невозможным, мы имеем перед собой явление случайное» [325, с. 417]. И далее приводит пример из метеорологии: большие пертурбации бывают обычно в тех местах, где атмосфера находится в состоянии неустойчивого равновесия. Он заостряет внимание на несоответствии между «мельчайшей» причиной и «значительным эффектом, вызывающим иногда страшные последствия». Ныне концепция Пуанкаре — Андронова потери устойчивости состояний равновесия переживает период активного поиска сфер приложения и в свою орбиту захватывает уже общественные науки.

Между тем, *с точки зрения нелинейной динамики поведение эволюционирующих систем может характеризоваться устойчивым неравновесием*. Другими словами, состояния такой системы постоянно смещаются вдаль от равновесных, что является результатом действия в ней энергетических процессов. Вновь сошлемся на то обстоятельство, что живые системы находятся во внешней среде в состоянии, отличном от равновесного. Возвращаясь к этому постулату, можно сказать, что для биосистем организма на уровне вещества и энергии существует принцип устойчивого неравновесия: «все и только живые системы никогда не бывают в равновесии и выполняют за счет своей свободной энергии постоянную работу против равновесия, требуемого законами физики и химии при соответствующих внешних условиях» [358, с. 562].

Настоящий подход вполне уместен и при анализе поведения экономических систем, и потому образ предприятия как неравновесной системы находит отклик и у российских экономистов. Так А.И. Добрынин и С.А. Дятлов под равновесием понимают «не само статичное равновесное состояние, зафиксированное в данный момент времени на данной траектории в данной точке общего равновесия, а постоянную динамичную устремленность к равновесию (к достижению равновесия),

постоянное преодоление складывающихся диспропорций, корректировку возникающих отклонений в направлении стратегической цели развития» [127, с. 32]. По мнению А.Н. Петрова, «в общем случае предприятие представляет собой неравновесную социально-экономическую систему, которая стремится функционировать в состоянии динамического равновесия (устойчивого неравновесия), т.е. в состоянии устойчивого роста» [328, с. 129]. При этом развитие предприятия в рыночной экономике имеет циклический характер и адекватную циклам смену фаз. Автор уточняет, что в зависимости от совокупности внешних и внутренних факторов ими могут быть стадии роста, нестабильности и выживания. Об относительности состояния равновесия производственной системы на возмущенном фоне пишет и Б.Ю. Сербиновский: в стремлении выжить и адаптироваться она «вынуждена непрерывно покидать состояния равновесия, реагируя на те возмущения, которые происходят во внутренней и внешней среде предприятия» [353, с. 46]. Да и в рамках эволюционной экономики обосновывается утверждение о том, что неравновесные процессы и состояния статического равновесия протекают одновременно, и если первые связаны с парой «потребности — возможности», то вторые с парой «платежеспособный спрос — предложение». Ведя об этом речь, В.И. Маевский придерживается точки зрения, что они не отрицают, а дополняют друг друга, и потому не могут существовать порознь [222, с. 314].

По теории И. Пригожина в неравновесной системе из хаоса образуется порядок. В ходе этого процесса энергия системы рассеивается и в ней спонтанно возникает так называемая диссипативная структура. Сама по себе диссипация означает убывание энергии в системе и возрастание ее энтропии, но в неравновесных условиях потери энергии компенсируются ее притоком извне, благодаря чему происходит самоорганизация системы. Для этого необходимо удерживать систему от состояния равновесия, что реализуемо лишь тогда, когда она обменивается со своим окружением вещественно-энергетическими или информационными потоками и чувствительна к внешним возмущениям. А ввиду нелинейности протекающих процессов, малые внешние возмущения могут многократно усиливаться и порождать порой масштабные изменения в системе.

Поучительное уточнение концепции о неравновесных системах находим, в частности, в биологии, занятой изучением эволюционных и генетических процессов живых организмов. В контексте исследования их сочетания Р. Том (R. Thom) рассуждает о структурной устойчивости биологических видов, полагая, что у каждой функциональной активности существуют пороги (максимумы и минимумы), выход за пределы которых влечет за собой необратимые катастрофы в поведении регуляторных механизмов. Допуская совместимость локальных изменений и физиологической устойчивости, он констатирует: многообразие живых организмов благоприятно для приспособления их к некоторым видам агрессии, а значит и общей устойчивости организмов [235].

Очевидно, что типичные примеры такой динамики поведения у систем различной природы дают повод для умозаключений о массовости и универсальности быстрых и резких изменений, по сравнению с которыми постепенные и плавные движения систем достаточно редки. Н.Н. Моисеев высказал гипотезу: а, может быть, неустойчивость, хаос, неупорядоченность — это «естественное состояние материи, ее движения, на фоне которого время от времени возникают как исключительные явления более или менее устойчивые образования?» [261, с. 25]. Такое предположение о развитии систем было подхвачено учеными не только естественно-научных, но и других отраслей знания.

Синергетические представления о порядке и хаосе уже овладели экономистами и интерпретируются, в частности, в плоскости поведения финансовых рынков. Дж. Сорос (G. Soros) убежден, что квазиравновесные и неравновесные состояния распространены на этих рынках, и проводит размежевание состояний около равновесия и состояний, удаленных от равновесия. Настоящие циклы смены подъема и спада деловой активности проникают в область, далекую от равновесного состояния, что и придает им историческую значимость.

Теперь уже *наряду с равновесными и устойчивыми процессами, в поле зрения аналитиков оказывались явления нелинейности, неустойчивости, бифуркации и хаоса. При этом принципиально иными раскрываются их сущность и роль: они рассматривались уже не как случайные, досадные и мало значимые черты «неправильного» поведения, а, наоборот, неотъемлемые атрибуты нелинейных экономических систем.*

В рамках синергетики именно они и превалируют в поведении системы, тогда как равновесие и устойчивость — эпизодические положения в калейдоскопе состояний экономической системы. В отличие от традиционной, синергетическая экономика видит в нелинейности и неустойчивости источник многообразия и сложности экономической динамики, а не шумов и случайных возмущений.

«Вырастающая» на этой почве ветвь экономической науки дает логические начала для понимания эволюции систем, когда из порядка возникает хаос, в котором зарождается новый порядок, пронизывая протекающие в системе процессы уже отмеченной «стрелой времени» и обуславливая их необратимость.

Заметную роль начинают играть не регулярные, а малые и случайные воздействия, роковым образом «ломающую» прежнюю траекторию движения системы. Внезапные и скачкообразные переходы в поведении системы наблюдаются при достижении ею точек бифуркации, в которых под влиянием малых сдвигов параметров происходит выбор из ансамбля возможных одной траектории, непредсказуемой заранее и кардинально меняющей картину поведения системы. Поэтому бифуркацией (от латинского bifurcus — раздвоенный) называют качественно новое поведение системы при малом изменении ее параметров, примером которой может служить эволюция системы с развилкой траектории ее движения.

В свете теории развития мы видим причудливое на первый взгляд сочетание различных стадий процесса движения системы, в котором смыкаются медленные и быстрые, плавные и резкие фазы. Подтверждается мысль В.И. Ленина о том, что концепция развития (эволюции) как единства противоположностей «дает ключ к «скачкам», к «перерыву постепенности», к «превращению в противоположность», к уничтожению старого и возникновению нового» [214, с. 276]. Диалектическое толкование характера эволюционного поведения экономических систем, с одной стороны, обеспечивает аналитическое исследование движения систем методологической поддержкой, а с другой, и сама философия научного поиска наполняется полезным фактологическим материалом.

Такие нетривиальные явления все больше занимают внимание ученых, поскольку сочетание в хозяйственном процессе

вялых и стремительных фаз весьма распространено и нуждается в объяснении ([143; 145; 204; 345 и др.]). И при изучении реальных экономических систем, и при анализе их математических моделей понятным становится желание проникнуть в сущность нелинейных процессов и оценить пороговые значения параметров, при которых в системе «разыгрываются» сценарии необратимого изменения траектории ее движения.

Для иллюстрации явления бифуркации можно предложить вариант изменения некоторого параметра (λ), которое влечет за собой резкую и коренную перестройку состояний системы: изменение числа и устойчивости стационарных состояний. Как видно из бифуркационной диаграммы на рис. 4.6, в точках бифуркации $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ система оказывается на перекрестке различных направлений движения, и выбор каждого из них зависит от воздействий на систему в момент «раздвоения» [84, с. 36].

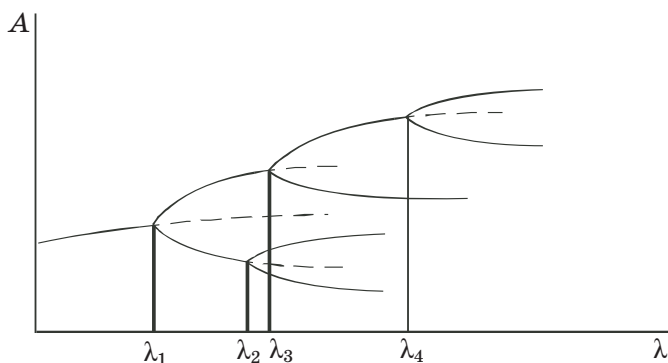


Рис. 4.6. Пример бифуркационной диаграммы

Особенно важно то, что в процессе взрывного поведения системы невозможно предсказать конкретный ход ее дальнейшего развития. Причем подобное неведение движения системы отнюдь не связано с отсутствием релевантной информации, а в существе самого бифуркационного явления. «В точках бифуркации, т.е. в критических пороговых точках, поведение системы становится неустойчивым и может эволюционировать к нескольким альтернативам, соответствующим различным устойчивым модам. В этом случае мы можем иметь дело только с вероятностями, и никакое «приращение

знания» не позволит детерминистически предсказать, какую именно моду выберет система. Простейшая точка бифуркации соответствует ситуации, когда некогда устойчивое состояние становится неустойчивым и симметрично возникают два других возможных устойчивых состояния» (И. Пригожин и И. Стенгерс [322, с. 70]). На этот феномен обращает внимание и Г. Шустер (H. Schuster): во многих экономических моделях можно обнаружить хаос и потому на достаточно больших временах их поведение становится непредсказуемым.

Надо сказать, что параметр времени наиболее ощутимо начинает сказываться в нелинейных преобразованиях систем и не только из-за динамического характера протекающих в них процессов. Еще раньше, в пору становления системного подхода, в нашей философской литературе подчеркивали конструктивизм понятия собственного времени системы, в отличие от обычного исторического времени, поскольку последнее абстрагируется от скорости эволюционных процессов в системе, так сказать, «разномасштабности времени» (И.В. Блауберг [53, с. 140]). Причем время предстает не как независимая переменная, а как внутренний фактор жизни систем, определяющий направление самой этой жизни. Было установлено, что продолжительность периода изучения системы влияет на выбор ее экзогенных и эндогенных параметров в динамической системе. Парадоксально, но в синергетике то, что неверно в малых масштабах времени, может оказаться верным в больших, и наоборот. Соотношение между дальним и ближним горизонтом аналогично тому, как и соотношение между совокупными и локальными переменными, целым и его частями.

Существенно и то, что *располагаемое время составляет резерв адаптации системы, поскольку, в зависимости от продолжительности приспособления, можно достичь и различных уровней адаптивности системы.* Уже У. Эшби (W. Ashby) приходил к выводу о том, что степень адаптации организма к среде и его сложность ограничиваются только размером всей динамической системы и временем, которое имеется в ее распоряжении для достижения равновесия. «Время — уникальный ресурс. Его нельзя одолжить, взять напрокат, купить или получить каким-либо иным способом... Тем не менее большинство людей воспринимают этот уникальный, незаменимый, невозполнимый и абсолютно необходимый ре-

курс как должное, как нечто само собой разумеющееся», — недоумевал П. Друкер (P. Drucker), отмечая чрезвычайную дефицитность ресурса времени [132, с. 274]. Как редкий ресурс системы, время квалифицируется Г. Беккером (G. Becker) [37], его относит к особым ресурсам Б.А. Райзберг [329] и это, несомненно, так.

Вот почему предметом исследования синергетики служат значения параметров системы, при которых наступает ее бифуркация и самоорганизация новой более сложной структуры. В этом смысле бифуркационные явления рассматриваются и теорией катастроф, изучающей радикальные перестройки системы в процессе медленных, гладких и малых изменений ее параметров.

Заинтересованный читатель найдет в монографии В.-Б. Занга (W.-B. Zhang) обзор результатов приложения концепции бифуркаций к моделированию региональной динамики, сопровождаемой нарушением непрерывности и циклом быстрых и медленных переменных, деловым циклам в модели Н. Калдора (N. Kaldor), модели розничной торговли Вильсона (A. Wilson) и предложенной им модели экономического роста [143]. В приведенных примерах иллюстрируется, как незначительные изменения внешних параметров вблизи критических точек порождают бифуркации и разительно меняют эволюцию нелинейной динамической системы.

В такой системе различают два вида неустойчивостей: динамическую и статическую. Динамическая неустойчивость (эффект «галопирования») ведет к хаосу и полному разрушению системы, для предотвращения которого проводят структурные изменения в ней. При статической неустойчивости происходит скачкообразный переход от одного равновесного состояния системы к другому (статическая бифуркация). Статическая неустойчивость наблюдается в экономике при значительном и продолжительном отклонении двух и более переменных от оптимальных соотношений.

В теории катастроф потеря устойчивости состояния равновесия из-за изменения параметра системы вызывается как бифуркацией состояния равновесия, так и самопроизвольным процессом. С приближением параметра к бифуркационному значению система утрачивает состояние равновесия, переходя в другое равновесное положение, или возникает пара состоя-

ний равновесия. При этом из двух исчезающих или порождаемых состояний равновесия одно является устойчивым, другое неустойчивым.

По-видимому, подобный сценарий характерен для начального этапа кризиса предприятий [449]. На этой стадии его система стремится сохранить прежнюю устойчивость сбалансированного обмена ресурсами со своим окружением, но под влиянием возмущений равновесное состояние предприятия «подтачивается» и его устойчивость ослабляется. С нарастанием кризиса происходит «выталкивание» предприятия из положения квазиравновесия и его система вынуждена «нащупывать» новое состояние, близкое к равновесному. Но оно будет иметь под собой подорванную ресурсную базу предприятия (изношенные основные и истощаемые оборотные фонды, напряженную кадровую ситуацию и т.п.) и потому становится неустойчивым.

Далее. «Если устойчивое положение равновесия описывает установившийся режим в какой-либо реальной системе (скажем, экономической, экологической или химической), — поясняет В.И. Арнольд, — то при его слиянии с неустойчивым положением равновесия система должна совершить скачок, перескочив на совершенно другой режим: при изменении параметра равновесное состояние в рассматриваемой окрестности исчезает. Скачки этого рода и привели к термину «теория катастроф» [24, с. 21]. Действительно, последующее развитие событий на предприятии может протекать довольно стремительно, и разрешение кризиса будет иметь оптимистический (восстановление ресурсного потенциала, а с ним и квазиравновесия) либо более вероятный пессимистический (деградация ресурсов и банкротство) исход.

Другой сценарий потери устойчивого состояния равновесия предполагает два возможных варианта, различающихся фазовым портретом (пространством состояний) системы. Первый из них представляет собой перерождение положения равновесия в предельный цикл, т.е. переход состояния равновесия от устойчивого к неустойчивому (рис. 4.7, верхний ряд). Второй вариант состоит в отмирании в положении равновесия неустойчивого предельного цикла, в ходе которого исчезает цикл и вслед за ним равновесие приобретает неустойчивый характер (рис. 4.7, нижний ряд).

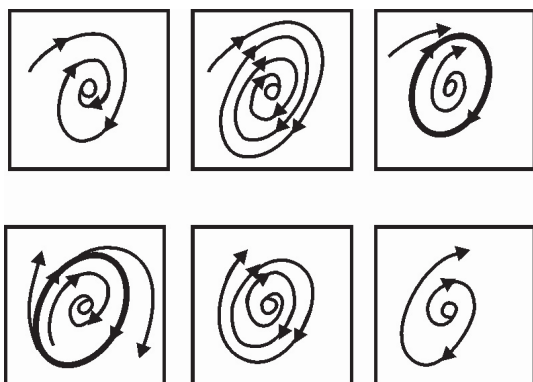


Рис. 4.7. Фазовые портреты системы при потере устойчивости равновесных режимов [24]

Первый вариант свойственен скорее всего вялотекущему кризису предприятия: *нарушение воспроизводства его ресурсов и квазиравновесия проходит исподволь, медленно, но с каждым разом усиливается и энергичнее «раскачивает» систему, пока ее квазиравновесное состояние не перейдет от устойчивого к неустойчивому.* Такая плавная потеря устойчивости равновесия именуется мягкой, что видно из характера смены равновесного положения колебательным периодическим процессом (левый фрагмент рис. 4.8).

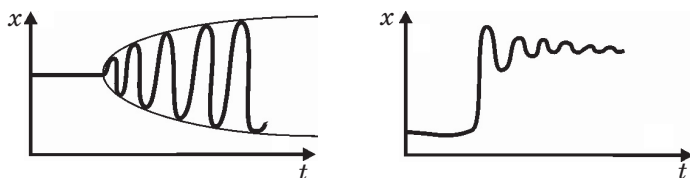


Рис. 4.8. Мягкая (слева) и жесткая (справа) потеря устойчивости равновесного состояния системы [24]

Весьма возможно, что такая динамическая картина может не встревожить аналитиков, по-прежнему уверенных в устойчивом поведении предприятия. И лишь по прошествии времени будет очевидным утрачивание устойчивости его деятельности.

Второй вариант по сравнению с первым присущ более нестабильной работе предприятия в зоне повышенного риска. *Вначале его кризисная деятельность еще сохраняет относи-*

тельно равновесный режим, но с течением времени ее цикличность прерывается из-за ухудшения кругооборота ресурсов предприятия с внешней средой. А охваченная разрушительной динамикой система стремительно деформируется, ее квазиравновесие лишается свойства притягательности и становится неустойчивым. Резкая потеря устойчивости равновесия получила название жесткой, что отвечает скачкообразному переходу системы от стационарного поведения в иной режим движения (правый фрагмент рис. 4.8).

Вместе с тем последующий режим, который овладевает при этом системой, может быть далек от равновесного или колебательного со строгим периодом и потому назван странным аттрактором (аттрактор — притягивающее множество фазового пространства). В литературе часто можно найти упоминание об аттракторе, описанном Э. Лоренцем (E. Lorenz) и изображаемом разбегающимися фазовыми кривыми (рис. 4.9).

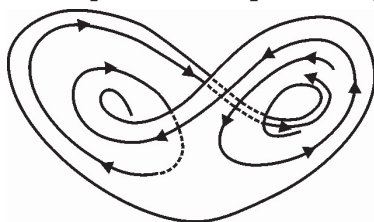


Рис. 4.9. Хаотический аттрактор Э. Лоренца (E. Lorenz)

Такой процесс есть не что иное, как динамический хаос — непериодическое движение в детерминированной системе. Процесс перехода от устойчивого равновесия к странному аттрактору может иметь место как при жесткой, так и мягкой потере устойчивости, причем возникающий во втором случае цикл утрачивает устойчивость. Эти непериодические колебания чувствительны к малому изменению начальных условий и, сохраняя устойчивость усредненных характеристик, отражают турбулентное поведение системы. Другими словами, такое течение процесса, в котором появляется множество вихрей различных размеров, вследствие чего их характеристики находятся под влиянием хаотических флуктуаций и потому изменчивы в пространстве и нерегулярны во времени.

Подобное «сваливание» экономической системы в беспорядочный завихренный режим можно объяснить самоподде-

рживающимся разложением структуры ресурсов и возрастающей автономизацией ее процессов, что ведет к хаотизации поведения элементов системы и дезорганизует в целом ее работу. Аритмия ресурсных потоков (сырья, материалов, энергии, изделий, информации, финансов и др.) лихорадит производственные и управленческие операции, влечет за собой их рассогласованность и парализует всю деятельность экономической системы. Срабатывающий прежде, теперь гомеостатический механизм предприятий уже не справляется с действием возмущений среды, и накал противоречий в нем лишает адаптационный потенциал предприятия способности локализовать очаги кризисных явлений. Опасность состоит в том, что в ситуации с уравниванием сильных антагонистов, гомеостат при неправильном регулировании (с запаздыванием во времени) может потерять устойчивость, и тогда произойдет смещение гомеостатического равновесия. В результате турбулентного движения и распада ресурсов система может пойти «вразнос» и необратимо утратить управляемость и устойчивость своего поведения¹.

Однако размах нелинейных процессов отнюдь не всегда «перехлестывает через край» и сдерживается предельными возможностями производственных систем. В этом случае интенсификация переходных процессов в некотором смысле контролируется предприятиями, которые ограничивают их рамками своих ресурсов. В находящейся первоначально в состоянии покоя неустойчивой системе возникающее возмущение усиливается и вызывает увеличение значений соответствующих переменных или их колебания с возрастающей амплитудой.

Между тем потом наступает влияние ресурсных факторов, которые лимитируют амплитуду показателей. Вот как характеризует этот процесс Дж. Форрестер (J. Forrester): «В нелинейной системе, которая при обычных условиях неустойчива, могут возникнуть колебания, возрастающие до тех пор, пока

¹ Косвенным свидетельством этого является невиданный рост количества дел о банкротстве спустя уже первые годы после проведения «шоковой терапии». Если в 1993 г. таких дел было 100, в 1994 г. — 240, то в 1995 г. — 1108, а в 1996 г. — 2400. Спустя пять лет количество дел о банкротстве в арбитражных судах насчитывалось уже 42 208 и на 01.01.2003 г. достигло 84 614, причем 94,1 % из них находилось в конкурсном производстве, т.е. почти все предприятия признавались банкротами [74, с. 28; 75, с. 9].

их не ограничит появление нелинейных по форме воздействий (недостаток рабочей силы, производственной мощности или же материальных ресурсов). Продолжающиеся колебания в этих условиях можно рассматривать как достижения устойчивой амплитуды изменений от максимума до некоторого минимума. Очевидно, что в экономических системах максимальные уровни деловой активности ограничены ресурсами, а минимальные — нулевым ее значением» [407, с. 41]. Высказываясь об этом в гипотетическом духе, он склонен относить производственно-бытовые и экономические системы к именно такому типу, в которых малые возмущения усиливаются до тех пор, пока не будут ограничены по аналогии с неустойчивыми системами.

В этом смысле, учитывая, что внешняя среда, наряду с поставками ресурсов, несет и угрозы деятельности системы, появляется желание регулировать степень ее открытости по отношению к воздействиям окружения. Подвижный заслон от помех позволяет уберечь систему от разрушающего влияния негативных факторов внешней среды и избежать ее кризиса.

Возобладание общемировых интегрирующих тенденций и глобализация экономики побуждают взглянуть на этот процесс с позиций обеспечения безопасности хозяйственного комплекса страны и отраслей индустрии. Понятно, что речь идет не о том, чтобы «увернуться» от вызовов нового века и остаться вне растущей взаимозависимости национальных экономик, а о выгодном выстраивании межгосударственных отношений и развитии конкурентоспособности отечественной экономики, принимая во внимание неустойчивое изменение ее показателей¹.

Обстоятельство немаловажное, поскольку трансформационные преобразования российской экономики осуществляются на фоне ощутимых сдвигов в мировом экономическом пространстве, и синхронное наложение этих тенденций способно инициировать резонирующий эффект с тяжелыми последствиями для нашей страны. При таком сценарии глобализация обернется для экономики России укоренением в ней пагубных процессов и отбросит ее еще дальше в разряд стран-аутсайдеров.

¹ Вопрос о переходе к концепции «открытой экономики» — участия нашей экономики в системе международного разделения труда — обсуждался экономистами еще в дореформенный период (см., например, [297]).

Подобная мрачная картина не выглядит столь уж фантастической в ожидании нелинейного характера причинно-следственных явлений: кардинальное изменение поведения системы становится возможным под воздействием небольших возмущений, о чем уже шел разговор выше. Ведь *синергетика отводит роль «детонатора» крайне незначительным переменам, могущим тем не менее всколыхнуть мерное течение экономического процесса. Нечего и говорить, что исходящий из-за границы неконтролируемый поток проникающих помех способен надорвать и без того ослабленную шоковой терапией отечественную экономику.*

В условиях сложившегося однополюсного миропорядка возрастает риск перекоса в экономических отношениях, ведущего к неэквивалентному обмену ресурсами и усилению социального неравенства на планете. Нельзя не видеть, что в глобализирующейся экономике одним из полноводных каналов обогащения ТНК развитых западных стран стало присвоение мировой ренты, пишет М.П. Демина [125]. При этом природный фактор, несмотря на его значимость в межстрановых отношениях, является лишь одной из составляющих в формировании мировой ренты, тогда как в форме разновидности мировой квазиренты сегодня выступают интеллектуальная (интеллектуальные продукты: изобретения, научные, литературные и другие труды), технологическая (инновационная), организационно-хозяйственная (управленческая) и др.

Поиск равновесного положения «догоняющими» странами на фоне такой дисгармонии межгосударственных отношений встретит препятствие со стороны амбициозного транснационального капитала и охраняющего его интересы правительств. Противодействие таким устремлениям будет отличать все международные экономические процессы, что придаст им устойчиво неравновесный характер с возможностью опасных конфликтов.

Какие в связи с этим угрозы таит в себе глобализация для отечественного хозяйственного комплекса? Не исчерпывая всех потенциальных последствий, коснемся коротко о наиболее очевидных из них.

Во-первых, повышение цен на энергоносители на внутреннем рынке, диктуемое сложившимся их мировым уровнем, что повлечет за собой резкое подорожание продукции наших

товаропроизводителей и усугубит их финансово-экономическое положение. Вполне уместно предположить утрачивание устойчивости деятельности российских промышленных предприятий и нарастание тенденции их банкротства.

Во-вторых, массовое «вторжение» импортных товаров (причем, не всегда лучшего качества, но по более низкой цене) потеснит продукцию наших предприятий на рынке, следствием чего станет угасание активности, а то и вырождение, массы предприятий и отраслей индустрии.

В-третьих, усиление сырьевой ориентации хозяйственного комплекса, закрепляемого расширением внешней торговли природными ресурсами, а стало быть, ухудшение позиций обрабатывающих отраслей, уменьшение доли высоких технологий и выпускаемой на их основе продукции в экономике страны.

В-четвертых, потеря стимулов к внедрению инноваций и достижений НТП в производстве современной техники, что означает деградацию предприятий (в том числе ВПК) и их уход с рынка наукоемкой продукции.

И в-пятых, снижение потребности в научных исследованиях и овладении знаниями и умениями в сфере высоких технологий, чреватого не только инженерно-техническим отставанием России от лидеров западной экономики, но и сдерживанием интеллектуализации трудовых ресурсов страны.

Таким образом, скоропалительное и широкое встраивание в глобальную сеть экономических отношений может нанести урон национальной безопасности и подавить «точки роста» отечественной экономики. Теория систем и практика хозяйствования подсказывают, что сохранить конкурентные преимущества и защитить наших перспективных товаропроизводителей перед лицом угроз транснациональных компаний можно благодаря взвешенной политике, комбинирующей государственную поддержку российских предприятий (протекционизм, госзаказы, налоговые льготы, инвестиции и т.д.) и сотрудничество с мировыми корпорациями, обладающими научно-инновационным потенциалом.

Но ускоренное продвижение вперед отечественной экономики, вбирающей в себя новейшие знания и генерирующей инновационную информацию, не оставит возможности в наше время обрести равновесное состояние в мировом пространстве, тем более обеспечить ему устойчивость. Здесь нелишне процити-

ровать слова Н.Д. Кондратьева о том, что «конкретно данное хозяйство отдельных стран, не обнаруживающих очень бурных темпов развития, а, наоборот, развивающихся медленно, стоит к состоянию равновесия, как правило, ближе, чем народное хозяйство стран быстрого развития. Равным образом хозяйство каждой страны в одни периоды стоит к состоянию равновесия ближе, чем в другие» [182, с. 320]. Между тем *синергетика постулирует неравновесное поведение системы как необходимое условие ее развития, которое то приближает систему к равновесию, то отдаляет от него, увлекая систему потоком нововведений к последующим рубежам*. Ввиду этого неравновесные состояния изменяющейся экономической системы становятся для нее более типичными, чем равновесные.

Вот почему насыщение хозяйственного комплекса страны наукоемкой информацией и ее материализация в управленческой и производственной деятельности позволит (хотя бы отчасти) ослабить хаотические процессы в экономическом развитии страны и восполнить ее недостаток для придания квазиравновесного восходящего движения. В ином случае *неравновесное поведение отечественной экономики может стать устойчивым, но не в связи с инновационным типом прогрессивной трансформации, а под влиянием доминирования деградационных тенденций. И тогда по достижении точек бифуркации траектория движения нашего хозяйственного комплекса будет малопредсказуемой и определяться условиями протекания переходного процесса*.

Предотвращение подобного сценария хозяйственной динамики предполагает возрастание значения институциональных и инновационных факторов экономического развития, в том числе и на микроуровне. Благодаря им удастся минимизировать риски кризиса предприятий и укрепить их конкурентные позиции в глобализирующейся экономике.

В этом отношении представляется конструктивной разработкой институциональных аспектов деятельности предприятий, связанных с анализом действия их когнитивных механизмов и обеспечивающих процесс восприятия и интерпретации поступающей извне информации. Накапливаемый информационный ресурс предприятия овеществляется в средствах производства в виде инноваций (изобретений, «ноу-хау» и т.п.), оседает в хранилищах и циркулирует по каналам пе-

редачи между подразделениями и персоналом. Когнитивные механизмы в структуре предприятия по концепции Г.Б. Клейнера создают базу знаний, сосредоточенную в организации, но распределенную между отдельными людьми, группами и коллективами [166]. Эти механизмы формируются под влиянием индивидуально-групповых особенностей мышления, культурной средой и системой институтов предприятия, накладывающих отпечаток на устойчивость его функционирования, которая определяется соотношением объемов возможностей и границ ответственности субъекта принятия и реализации решений. Чем сильнее перекося между ними, тем ниже устойчивость такой системы. Созревание корпоративной культуры предприятия находится в зависимости, с одной стороны, от его информационного ресурса, а с другой стороны, — от приобретенных навыков управления в экстремальных условиях.

В национальных инновационных системах роль информационного фактора становится особенно значимой, поскольку он не только задает вектор общественного развития, но и обуславливает темпы экономического роста страны. Несмотря на достаточную противоречивость влияния НТП на динамику макроэкономических показателей, по-видимому, эта проблематика имеет под собой трудности измерения стоимости информационного ресурса, эффекта научно-технических достижений, вклада инноваций в решение социальных задач государства. Обсуждаемая концепция интегрирует в себе широкий спектр научных направлений, среди которых теория экономического развития Й. Шумпетера (J. Schumpeter), концепция рассеянного знания Ф. Хайека (F. Hayek), элементы институциональной экономики и др., и, что особенно ценно, увязывает свои теоретические представления с хозяйственной практикой передовых индустриальных держав. Поэтому заслуживает поддержки изучение отечественными и зарубежными аналитиками технологических и институциональных характеристик современных инновационных процессов, и публикуемые выводы исследований позволяют говорить об обосновании новой, инновационной парадигмы в экономической науке.

В русле развиваемой ныне эволюционной теории неравновесные состояния экономической системы, в определенной мере «чуждые» неоклассической ортодоксии, не только находят правдоподобное объяснение, но и дают ключ к по-

ниманию тенденции смены технологий. Возрастающее давление инноваций на технологические процессы динамизируют деятельность предприятий, не оставляя им возможности поддерживать квазиравновесное положение с характерными для поведения системы ограниченными колебаниями вокруг него. Уход с равновесной траектории уже не рассматривается как огорчительная аномалия движения системы, а, напротив, есть следствие и причина технологического развития предприятия. Нарушение равновесия является следствием, потому что оно вызвано реакцией системы на инновационные возмущения, и причиной, поскольку вынуждает предприятия стремиться к поиску и освоению технологических новшеств для сохранения своих конкурентных позиций на рынке. В такой резко меняющейся ситуации руководство предприятий и не помышляет о балансировании равновесия спроса и предложения в отношении выпускаемой ими продукции, тем более, что обретение равновесия в сильно возмущенной среде весьма непросто.

Вместе с тем характер замещения устаревающей технологии более прогрессивной не может не испытывать влияние и спросовых факторов. Обращаясь к этому аспекту эволюционной теории, В.И. Маевский пишет: «Смена технологий представляет собой неравновесный процесс в том смысле, что потребности общества в старых технологиях с течением времени оказываются меньше, чем возможности их производства, а потребности в новых технологиях — больше. Именно это обстоятельство обуславливает образование прибыли от нововведений» [227, с. 6]. И, конечно, на фоне высокой неопределенности прогнозировать спрос на будущую продукцию довольно сложно, что и лишает возможности осуществлять предприятие равновесное движение.

В рамках этой инновационной парадигмы подтверждается и вывод о существенном влиянии на конкурентоспособность страны не только институциональных факторов технологического прогресса, но и глобализации научных исследований. Но, наряду с объективным процессом и очевидными преимуществами кооперации научных школ, нельзя забывать и о проводимой Западом политике поглощения реального конкурента или слияния с ним, что вряд ли способствует росту потенциала национальных инновационных систем. Кроме

усиления воздействия ТНК на ход научных исследований, в стране базирования происходит неизбежная утечка информации, технологий и специалистов. Вследствие этого возникают институциональные проблемы регулирования конкуренции и взаимоотношений стран, вовлеченных в процесс научно-образовательного обмена. При этом наиболее подвижным сектором глобальной экономики становится рынок информационных услуг и наукоемких производств.

В комплексе естественно-научных и общественных знаний выдвигаются и выверяются гипотезы о механизмах достижения и потери равновесия и устойчивости хозяйственных структур в масштабах страны и на микроуровне. Постигание противоречий окружающего нас мира обогащает воззрения о закономерностях поведения экономических систем и тем самым формируют современную эволюционную парадигму.

5. РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ ПОЗНАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ИХ ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ

5.1. Теоретико-методологическая аргументация исследования и поддержания устойчивости производственных систем

Методологические проблемы обретения и поддержания устойчивости предприятий в подвижной рыночной среде правомерно становятся в последнее время предметом основательного обсуждения в научных и деловых кругах. Несмотря на относительную макроэкономическую стабильность, перспектива потерять устойчивость и оказаться на грани банкротства остается весьма реальной для многочисленных отечественных предприятий. Необходимость выживания в период институциональных и инновационных перестроек побуждает обратить внимание на подходы к анализу работы производственных систем предприятия и обеспечению управления их устойчивостью.

Хорошо известно, что методология как воззрение о методах познания объектов и явлений создает базу исследования закономерностей и механизма функционирования предприятий. Предлагаемые методологией приемы изучения производственных систем намечают подходы к осмыслению происхождения и характера кризисного состояния предприятия и нарушения устойчивости его деятельности.

Аргументированное обоснование процессов возникновения, углубления и разрешения кризиса дает диалектика, обязывающая рассматривать функционирование предприятия в непрерывно меняющемся и противоречивом единстве его аспектов и прежде всего *логическом* и *историческом*. Ввиду этого в фокусе исследования — структура производственной системы и ее динамичность, специфика и взаимозависимость протекания кризисных явлений на предприятии. Логика и историзм пронизывают и смыкают этапы работы аналитика: поиск, выявление, объяснение и предупреждение кризиса на предприятии.

Законы диалектики позволяют раскрыть их суть и обнажить источник зарождения и движущие силы нарастания

и компенсирования негативных явлений. Вместе с тем диалектика дает возможность за внешней формой кризиса распознать внутренние дестабилизаторы поведения предприятия и развивать принципы управления его устойчивостью.

Универсальные законы и принципы диалектики преломляются в концепциях теории систем и экономической кибернетики. Первая дает общее представление о системе как таковой, ее структуре, функциях и закономерностях поведения. Вторая — о функционировании системы, с точки зрения управления, т.е. целенаправленного воздействия на нее для обеспечения требуемого движения системы в окружающем ее пространстве. В синтезе этих научных направлений и формируются подходы, среди которых методологическое значение для познания и обеспечения устойчивости производственных систем предприятия имеют следующие:

1. Гомеостазис и адаптация систем к условиям внешней среды, задающие правила поведения предприятия с целью сохранения его устойчивости.

Открытое для внешних помех предприятие реагирует на них изменением структуры и эффективности использования располагаемых ресурсов. Благодаря этому оно стремится приспособить потоки ресурсов к состоянию среды и удержать колебания их уровня в приемлемых границах. В противном случае неизбежны столь же резкие перепады в величине запасов ресурсов предприятия и ослабление устойчивости его функционирования.

Адаптация предприятия к среде реализуется посредством накопления и применения информации для последующего достижения желаемого поведения предприятия на возмущенном фоне. Отсюда управление устойчивостью предприятия призвано опираться на мониторинг среды и по собранной информации выполнять обработку, тенденциальный анализ и прогнозирование наблюдаемых показателей. Функциональная сложность этой задачи диктует необходимость привлечения современных информационных систем и компьютерных технологий.

2. Макро- и микроподходы к исследованию систем, позволяющие охарактеризовать взаимодействие предприятия с внешней средой и элементов внутри его.

Маневрирование предприятия в подвижной среде направлено на погашение запредельной динамики объемов внутрен-

них ресурсов и улучшение их структуры. Сохранение нормального снабжения ресурсами и их сбалансированность служат предпосылкой защищенности предприятия от превратностей рыночных колебаний и банкротства. Для осуществления своей деятельности оно ведет обмен с внешней средой материально-техническими, энергетическими, трудовыми, информационными, финансовыми и другими ресурсами и ориентировано на обеспечение достаточной интенсивности их потоков. Как следствие, управление устойчивостью производственных систем, во-первых, оценивает режим движения входных и выходных потоков ресурсов и объем их запаса на предприятии и, во-вторых, держит в поле зрения поведение всех производственных систем от рабочего места до предприятия.

3. Эмерджентность систем, объясняющая целостность и множественность аспектов и факторов их функционирования.

Органическое дополнение ресурсов друг друга и их взаимозависимость составляют базис производственной системы и в комплексе задают траекторию изменения ее параметров. Ввиду этого финансы не исчерпывают всего многообразия ресурсообеспечения предприятия, хотя и являются наиболее универсальным средством пополнения его резервов. Вот почему есть смысл устойчивость предприятия понимать как интегративное свойство его деятельности, определяемое организацией и экономичностью располагаемых ресурсов. При этом сама организация зависит от институциональных и инновационных возмущений среды и признается жизнеспособной, если благоприятствует прогрессивному развитию системы.

Тем самым управление устойчивостью производственных систем нельзя рассматривать с узких позиций, полагая возможным ограничиться мониторингом лишь одной группы, например, финансовых индикаторов (платежеспособности, ликвидности и др.). Целесообразно заложить в мониторинг полиаспектный обзор и анализ показателей, разумеется, предварительно обосновав их роль, допуск (пороговые уровни, нормативы) и освободив от избыточности.

4. Самоорганизация, обобщающая действие в системе двух противоположных тенденций — энтропийной (возрастания хаоса) и обратной, т.е. неэнтропийной (повышения порядка).

В ходе своего функционирования предприятию придется преодолевать «напор» внешних и внутренних возмущений, вызывающих расстройство производственного процесса и ухудшение его параметров. Для погашения этих помех предприятие мобилизует свои ресурсы, рационализируя их структуру и повышая отдачу ресурсов. С подобным маневрированием ими появляется надежда на предотвращение истощения ресурсов и нарастания хаоса в деятельности предприятия.

Залогом инновационной модернизации производственной системы становится насыщение ее полезной информацией, что ведет к снижению энтропии и помогает накоплению опыта и «самообучению» системы. Поэтому самоорганизация предприятия позволяет поддерживать на приемлемом уровне потенциал своих ресурсов и устойчивость в подвижной среде. А технология управления устойчивостью предприятия должна предусматривать оценку и изучение информации о предыстории кризиса, процедурах разработки и последствиях реализации превентивных решений.

5. Энтропийный подход к информационному содержанию системы, вводящий зависимость между энтропией и количеством информации в производственной системе, а также эффектом ее функционирования.

Поскольку использование инноваций в системе направлено на упорядочение ее деятельности, ввод полезной информации в систему способен снизить неопределенность в ее поведении и ослабить существующий в ней хаос. Причем, чем больше накапливается этой информации в системе, тем больше слаженности в ее работе и меньше потерь материально-технических, энергетических, трудовых, финансовых и других ресурсов. Вывод ясен: количество полезной информации в производственной системе определяет степень организованности и эффективности ее деятельности. Для этого управление устойчивостью предприятия должно обеспечить прием, хранение, обработку и передачу отчетной и директивной информации достаточного объема и в реальном масштабе времени, чтобы избежать утрачиваемости управляемости предприятия.

6. Синергетическое представление о поведении физических, химических, биологических, экономических систем, бла-

годаря чему удается осмыслить нелинейную динамику их функционирования и последовательность устойчивых и неустойчивых состояний производственных систем.

Выражая специфическое поведение открытых систем при потоковом обмене со своим окружением, синергетика и теория катастроф приходят на помощь в объяснении внезапных и молниеносных перемен в деятельности производственных систем под влиянием внешних возмущений. В ее интерпретации состояниям таких систем больше свойственны неравновесие и неустойчивость, нежели традиционно связываемые с ними равновесие и устойчивость. При учете классических (механических, термодинамических и др.) воззрений о поведении систем современная аналитика обогащается синергетическими постулатами о том, как в результате согласованного действия структурных элементов системы уменьшается энтропия и повышается ее упорядоченность. Вместе с тем изменяется не только структура и организация, но и информационное содержание систем. Так находит правдоподобное толкование «парадоксальное» движение системы, сочетающее в себе неустойчивое равновесие и устойчивое неравновесие, череду медленных и быстрых, плавных и скачкообразных фаз в комбинации состояний производственных систем.

7. Принцип дополнительности Н. Бора (N. Bohr), который, исходя из закономерностей микромира, констатирует неизбежность привлечения различных описательных средств для объективизации понимания природы протекающих процессов.

Выдвинутый физиками-теоретиками, занимавшимися изучением квантовой механики и сформулированный Н. Бором (N. Bohr), принцип дополнительности приобрел мировоззренческое значение. Суть его заключается в том, что полнота исследования некоторого явления не отвергает, а, наоборот, предполагает использование взаимоисключающих (по первому впечатлению) подходов, раскрывающих характер этого явления. Подобная противоречивость описательных средств на самом деле способствует глубокому проникновению в природу сложного явления и дополняет их, чем и обеспечивается более достоверное знание его.

Для наших целей принцип дополнительности важен тем, что обосновывает применение не только энтропийной (статис-

тической), но и детерминированной (нестатистической) меры организованности и информационного содержания производственной системы.

8. Закон необходимого и достаточного разнообразия состояний системы, который предлагает меру сложности ее функционирования, предпосылку устойчивости и критерий соответствия управленческих решений характеру деятельности производственной системы.

Изменчивость внешнего окружения порождает обилие состояний системы, которые отличаются неординарностью и спорадичностью. Интенсифицируемые влиянием среды, они вынуждают предприятие адаптироваться к их разнообразию и тем отвести угрозу устойчивости своего поведения. При таком подходе навязываемое средой количество разнообразия внутренних состояний становится мерой сложности функционирования предприятия и граничным условием, соблюдение которого предохраняет его параметры от нежелательной динамики.

Понятно, что адекватность управленческих решений реальной деятельности предприятия требует, чтобы средства их поиска обладали резервами «освоения» нарастающего разнообразия состояний. Иначе принимаемые решения будут страдать слабой разработанностью и могут ухудшить устойчивость производственной системы. В силу этого управление ею должно быть оснащено необходимым кадровым, информационным, алгоритмическим, программным, техническим обеспечением.

Но не следует забывать и о том, что чрезмерное резервирование возможных состояний системы может быть экономически не оправданным, с точки зрения избыточности добавляемых ресурсов. В этом находит применение принцип сложности: целесообразность обеспечения качества управления при минимальной сложности проектируемой системы, и потому разнообразие состояний системы должно быть взвешенным, т.е. необходимым и достаточным.

9. Экономико-математическое моделирование как метод описания и исследования взаимосвязей системы и процесса ее функционирования.

Назначение формализованных моделей в настоящей задаче состоит в изучении свойства устойчивости предприятия и

определении ее «запаса» в зависимости от внутренних и внешних факторов. В частности, предупреждению кризиса предприятия отвечает выяснение его динамических свойств при влиянии ценового, налогового и других параметров и ограничений, накладываемых структурой и отдачей накопленных ресурсов. Специального внимания заслуживают момент, глубина и плавность картины срыва устойчивости на возмущающем фоне, а также условия ее восстановления.

Очевидно, выступая прикладным инструментом системного анализа устойчивости, моделирование вместе с тем является и средством его апробации в реальной работе. Поэтому управление устойчивостью опирается на адаптивные информационные технологии, позволяющие проводить компьютерные эксперименты и «проигрывать» различные сценарии поведения предприятия под воздействием тех или иных факторов.

10. Факторный анализ поведения системы, дающий возможность формализовать и оценить степень влияния ситуативных факторов на ее устойчивость.

Целостность хозяйственной деятельности предприятия проявляет себя в системной взаимосвязи и обусловленности ее факторов. Изучение зависимости между ними может быть выполнено с помощью известного метода факторного анализа, который раскрывает причины и динамику изменения обобщающих экономических показателей. Тем самым в ходе управления устойчивостью удается оценить меру воздействия на нее учитываемых факторов и полнее провести ее диагностику, благодаря чему извлечь дополнительные знания о природе и характере кризиса и предложить меры по его обузданию.

11. Принцип несовместимости Л. Заде (L. Zadeh), утверждающий, что с нарастанием сложности системы точность и практический смысл заключений о ее поведении становятся почти исключаящими друг друга характеристиками.

Стремление к точному количественному анализу функционирования производственной системы обычно сопряжено со значительными затратами ресурсов. Однако столь высокая «плата» за скрупулезные расчеты при этом не всегда окупается достигаемой выгодой. Часто бывает вполне удовлетворительной и приближенная оценка состояния системы, тем более, что мозгу человека свойственно оперирование качест-

венными категориями, отличающимися от количественных данных размытостью градаций. Вот почему Л. Заде (L. Zadeh) формулирует аксиому: «Чем сложнее система, тем менее мы способны дать точные и в то же время имеющие практическое значение суждения о ее поведении» [140, с. 7]. Нечеткость нашего мышления побуждает использовать при обосновании управленческих решений эвристические методы, обладающие приемами учета знаний и навыков специалистов. В результате удается исследовать поведение производственной системы, перед сложностью которых традиционные математические приемы отступают.

12. Теория нечетких множеств, математический аппарат которых позволяет вводить и обрабатывать эвристическую информацию в системах поддержки принятия управленческих решений.

Поиск управленческих решений в малопредсказуемой среде проводится в условиях неполноты информации. Порой она настолько велика, что нахождение и осмысление в такой ситуации нестандартных решений вынуждают специалистов чаще полагаться на собственный опыт и интуицию, нежели на жесткие экономико-математические модели. К настоящему времени создан и применяется аппарат теории нечетких множеств для придания моделям присущей нашему рассудку способности к восприятию эвристической информации и оперированию ею.

Построение систем поддержки управления устойчивостью производственных систем с использованием подобных методов «интеллектуализирует» процесс поиска и выбора решений, повышает их информативность и возможность осуществимости на практике.

Не вызывает сомнений, что рассмотренные выше логические аспекты проблемы имеют и *историческое* измерение: протекающие на предприятии процессы характеризуются своей хронологией, ввиду чего они проходят последовательный ряд этапов и характеризуется значениями показателей деятельности предприятия. Обработка их динамического ряда приводит к выявлению тенденции поведения предприятия, анализ которой и дает ответ на вопросы о том, какова продолжительность и интенсивность наблюдаемых процессов, а, стало быть, степень управляемости и устойчивости предприятия.

Своевременное отслеживание и коррекция траектории движения предприятия актуализирует задачу развития информационной технологии мониторинга поведения производственных систем. Направленный на раннее обнаружение и предупреждение негативных процессов на предприятии, он служит инструментом исследования динамики показателей его производственных систем и удержания их значений в допустимых пределах. Благодаря этому появляется возможность управлять устойчивостью поведения предприятия, вопреки действию возмущающих факторов внешней и внутренней среды.

Для расширения функций мониторинга целесообразно в рамках его информационной технологии проводить не только тенденциальный анализ деятельности предприятия, но и вместе с ним поиск и совершенствование принимаемых решений. Такая смычка анализа и разработки решений продиктована не только сущностью процесса управления и информационной общностью их, но и предпочтительна с точки зрения выверки потенциальных решений и преимуществ совместного выполнения этих функций. *С применением систем поддержки принятия управленческих решений, разработанных на базе интерактивных программных комплексов и методов теории нечетких множеств, удастся увязать формальный и неформальный аспекты управления, проводя в диалоге с компьютером обмен числовой и трудно определяемой эвристической информацией.*

Некоторые из этих методологических подходов в той или иной мере затрагивались выше при рассмотрении принципов теории систем и теории управления, другие подходы (прежде всего прикладного характера) найдут применение при последующем изложении материала. В современной институциональной и инновационной среде они прокладывает пути исследования и сохранения устойчивости предприятия, обеспечивая управление ею научной стройностью и конструктивностью.

Оговорив методологическую аргументацию проводимого исследования, приступим теперь к анализу и осмыслению эволюции производственных систем в историко-логическом ракурсе, без чего наше продвижение от истоков теории управления к средствам обеспечения их устойчивости потеряет связующую нить закономерных преобразований этих систем.

5.2. Логика прогресса производственных систем и организационно-управленческой поддержки их устойчивости

Активный поиск методов и средств адаптации предприятий к трансформируемой экономической среде становится предпосылкой нейтрализации поразивших их деградиционных процессов и воспроизводства ресурсов в конкурентном окружении. Благодаря этому произойдет взаимообогащение теоретических представлений и практических приемов достижения устойчивой деятельности предприятий в переживаемый ныне период освоения рыночных принципов хозяйствования.

Несмотря на специфику, подобного рода задачи следует рассматривать не особняком от тенденции смены форм производства, а в ходе процесса структурных преобразований производственных систем под воздействием общественных условий [444]. Речь идет, прежде всего, о выяснении содержания, роли и взаимосвязи элементов производственных систем, которые со временем претерпевают модернизацию с целью удовлетворения спросовым параметрам и адаптации к внешним и внутренним факторам.

Не приходится сомневаться в том, что настоящая проблема многогранна и трудна. Вот почему, не претендуя на попытку развернутого и глубокого анализа, автор ограничился схематичным обсуждением эволюции производственных систем под углом зрения организационно-управленческой поддержки адаптационных свойств предприятия. Очевидно, и эта задача носит масштабный характер, однако, такое сужение предмета анализа все же оставляет больше возможностей для описания сущности явления, по крайней мере, в его общих исторических и логических чертах.

Осмысление эволюции содержания и форм труда убедительно подтверждает, что отношение между его элементами складывалось не спонтанно, а отражало естественно-историческую тенденцию усложнения факторов и структуры трудовой деятельности. Вместе с ними прогрессировало и организационно-управленческое обеспечение труда, которое имело прямое влияние на адаптивность и устойчивость производственных систем. При этом определяющее значение информационного ресурса в создании и развитии производс-

твенной системы побуждает обратить внимание на его роль в закономерном преобразовании этой системы.

Отсчет поведем от первобытного общества, когда руки древнего человека взяли предметы природы, чтобы с их помощью воздействовать на окружающий мир и лучше приспособиться к его условиям. Действительно, в эту пору человек в силу несовершенства своих орудий труда мог лишь брать у природы готовые предметы и присваивать их себе. Изготовлению подлежали только простейшие орудия: дубины, копья, каменный топор и т.п. Понятно, что доля непосредственного труда в этом процессе была довольно мала и говорить о сколько-нибудь значительном многообразии производимых изделий нет оснований. При этом и информационное содержание индивидуального труда было мизерным, что соответствовало узкому кругозору и примитивным навыкам наших предков.

Начальное овладение производством средств существования, согласно исследованию Л. Моргана (L. Morgan), совпало (по его же периодизации) со стадией перехода от дикости к варварству, когда, наряду с ручным ткачеством из древесных волокон и плетением корзин, зарождалось гончарное дело. Индейцы, находившиеся на средней ступени варварства, уже изготавливали гончарную посуду различного вида и в большом количестве. Труд человека преодолел неразвитость инстинктивных форм и занял подобающее ему место в ряду с орудиями и предметами труда. Конечно, об адаптивности индивидуального труда можно судить лишь постольку, поскольку он отвечал житейским потребностям людей того времени. Да и информационное насыщение такого труда оставалось весьма низким, о чем свидетельствуют незамысловатые по конструкции применяемые орудия и изготавливаемые продукты.

С разделением общественного труда произошло выделение одного из его элементов как господствующего: слабое развитие производительных сил обусловило превосходство непосредственного труда над средствами производства. Более искусные, чем прежде, орудия труда давали больше изделий. Так в Киевской Руси (XI–XII века) получила распространение специализация обработки железа, а к XV–XVI векам относится появление первых рудных и металлургических предприятий. Между тем доминирующее положение непосредственного труда сохранялось вплоть до становления крупной промышленности.

По-видимому, уже в этот период производственный процесс стал испытывать влияние нарастающего спроса, и часто потребности превышали возможности мастерских. Противоречие между ними явилось причиной изменения содержания процесса изготовления продуктов труда. Работа на массового покупателя диктовала необходимость объединения труда ремесленников, а значит, и его разумного сочетания.

Эпоха ремесленного производства своеобразна тем, что у мастерских вошло в практику взаимодействие с рынком. Устойчивая работа мастерских требовала знания запросов потребителей, и удовлетворение их сопровождалось оттачиванием средств и форм труда. Энергичнее протекало информационное наполнение ремесленного труда и закрепление положительного опыта работы. Однако до тех пор, пока адаптационные свойства мастерских не исчерпали себя и устойчивость их деятельности не оказалась под очередной угрозой; форма распространенного тогда труда переставала отвечать спросовым тенденциям и нуждалась в радикальной перестройке.

Простая капиталистическая кооперация явилась результатом обобществления труда и концентрации средств производства. Она ознаменовалась переходом от индивидуального труда к совместному труду многих производителей в рамках одного предприятия. Тем самым складывался и получил развитие коллективный труд, который, наряду с организацией, предполагает и планирование работы: по К. Марксу (K. Marx) для наемных рабочих «связь их работ противостоит им идеально как план». В итоге производственные связи соединили труд всех работников, и постепенно созрели условия для разделения труда внутри предприятия и применения машин.

Техническое переоснащение производства побуждало изобретать и внедрять более совершенные орудия, в результате чего их конструкции отличались от прежних повышенной сложностью и производительностью. Умелое же использование законов механики, математики, электротехники и других научных областей предопределяло необходимость накопления знаний и использования их при разработке орудий труда, что означало материализацию полезной информации в технике и технологии производства. Показательно, что уже Дж. Милль (J. Mill) среди видов труда выделял труд изобретателей промышленных процессов. Как составная часть производительно-

го труда, «труд ученого или мыслителя—теоретика в такой же мере представляет собой элемент производства в самом узком смысле слова, как и труд изобретателя технического новшества; многие такие изобретения оказались прямым следствием теоретических открытий, а всякое расширение знаний о силах природы ведет к их применению в практических целях» [252, с. 132]. Благодаря этому расширялись его потенциальные адаптационные возможности, способность реагировать на «сигналы» рынка и возрастала устойчивость к изменению покупательских предпочтений.

Потребность в различных продуктах в большом количестве вызывала перевороты в производстве и привела к появлению мануфактур. Разделение труда охватило весь процесс производства: каждая операция выделилась, обособилась, стала функцией отдельного рабочего. «Но при той организации, которую имеет теперь это производство, оно само в целом не только представляет собою особую профессию, но и подразделяется на ряд специальностей, из которых каждая, в свою очередь, является отдельным специальным занятием», — писал в своем основополагающем произведении «Исследование о природе и причинах богатства народов» А. Смит (A. Smith) [362, с. 84].

Расщепление же производства на операции сделало необходимым обеспечение их комбинирования в производственном процессе. Сначала стихийно, а затем осознанно и целенаправленно выстраивалась организация общественного труда. В ходе ее информация вводилась в саму организацию производства, накапливалась в структуре предприятий, укрепляя как взаимосвязи между работниками, так и устойчивость их деятельности.

Кооперативный характер труда подвел к тому, что все элементы труда стали упорядочиваться и образовали цепочку фаз производства. В описании полотняной мануфактуры России первой четверти XVIII века упоминаются отдельные места для прядения, ткачества и «беления полотен». На самой же мануфактуре, имевшей, по словам очевидца, 150 ткацких станков, изготавливалось «все, чего только можно требовать от полотняной фабрики».

С использованием машин производство стало естественным образом распадаться на отдельные фазы, и все частичные процессы обретали внутреннюю связность. Если в мануфакту-

ре налицо изолирование отдельных процессов, то на машинной фабрике соединение их. При этом заслуживает внимания то обстоятельство, что в ходе эволюции производственной системы непосредственный труд уступил место машинным средствам труда.

В России вытеснение ручного труда машинным пришлось на середину 30-х годов XIX века. Уже в начале этого столетия в Петербурге в хлопчатобумажной промышленности был применен первый паровой двигатель. На Александровской полотняной мануфактуре устанавливались льнопрядильные машины, а в 1826 г. вводятся первые прокатные станы для выделки железа.

Примечателен характер смены непосредственного труда как господствующего фактора машинным. Подчинив себе непосредственный труд рабочего, машинная индустрия вовсе не отказалась от поиска формы рационального сочетания частичных процессов во времени и в пространстве. Напротив, революционизируя все общественное производство, оно не смогло бы существовать без адекватной формы организации расчлененного производства. *Закономерный характер его развития проявил себя в диалектическом отрицании непосредственного труда отдельного рабочего и в то же время возрождении его на качественно новой ступени как организации производственного процесса в целом.* Кстати, подобного рода преобразования подметил А.А. Богданов, когда раскрывал своеобразную двойственность системного расхождения. С одной стороны, развитие протекает в направлении ко все большей устойчивости форм через дополнительные связи, а с другой стороны, — к их последующему разложению через накапливающиеся противоречия.

Между тем машины и механизмы составили базис крупной промышленности и привели к дальнейшему уменьшению величины непосредственного труда в процессе производства. История повторилась вновь (вспомним ничтожную долю этого труда в первобытном обществе), но теперь непосредственный труд стал по своему содержанию принципиально иным: более сложным и интеллектуальным. Ведь отныне частичные процессы сплетались и комплексировались в общую производственную деятельность, ввиду чего стало необходимым обеспечение упорядоченности и слаженности этих процессов.

Образуемая в ходе этого системность производства подвигала как к наращиванию умственного труда и управленческих функций, так и к информационному сопровождению производственного процесса. По А. Маршаллу (A. Marshall), экономия зависела не только от развития производства, но и от ресурсов отдельных занятых в нем предприятий, их организации и эффективности управления ими.

Координация действий работников была бы невозможной без выполнения прогнозирования, планирования, учета, контроля, анализа и регулирования производства, а последние — без сбора и фиксирования информации на предприятии, ее передачи, обработки и хранения. В результате производственная деятельность нуждалась в притоке информации в организационно-управленческую структуру предприятия, что накапливало знания и опыт его работников.

В организации производства формировались пропорции между элементами труда и как следствие увеличивалась его производительность. Поэтому системное построение производственного процесса давало выигрыш в количестве изготавливаемой продукции и экономичности производства, поскольку имело преимущество перед индивидуальной и раздельной формами труда. Достигаемое этим наращивание выпуска продукции улучшало адаптационные возможности предприятия и тем самым создавало условия для его устойчивой работы.

Массовое производство еще больше «кристаллизовало» эти пропорции, поставив изготовление продуктов труда на непрерывный поток. Уже в годы первой пятилетки в нашей стране плановая деятельность, наряду с экономическими расчетами и проверкой равномерности загрузки оборудования, включала разработку регламента календарного движения изделий. На предприятиях шаг за шагом осваивали и смыкали экономический (экономическое обоснование плана), организационный (задание порядка движения заготовок, деталей, узлов и др.) и плановый (составление промфинплана) аспекты производственного процесса.

Однако до сращивания этих видов деятельности было еще достаточно далеко, поскольку на предприятиях в то время преобладала поточная форма: заводы массового производства дали в 1932 г. 48,6% всей продукции, а с предприятиями крупносерийного производства — 74,4% [82, с. 177]. Изготов-

ление однородной продукции в большом количестве на специализированном оборудовании в определенной мере упрощало работу предприятия и потому допускало размежевание и относительную самостоятельность организационной, плановой и экономической сфер производства.

С информационной точки зрения, поступательное движение индустрии сопровождалось усиленной интеллектуализацией конструкторов, технологов, управленцев, экономистов, участвовавших в проектировании предприятий и технологических процессов и инициировавших научно-технический прогресс отраслей народного хозяйства. Управление предприятием становилось по плечу высококвалифицированным кадрам, обладающим профессиональными знаниями и организаторским талантом. Убедительной тенденцией этого процесса явилось впечатляющее повышение образовательного уровня работников: численность выпускников вузов в народном хозяйстве в СССР возросла со 136 тыс. чел. в 1913 г. до 233 тыс. чел. в 1928 г. и 909 тыс. чел. на начало 1941 г. [267, с. 39].

Оснащение предприятий претерпело коренные изменения и в материальной базе производства. Преимущественное развитие среди отраслей промышленности получили, в частности, машиностроение и металлообработка, обеспечившие техническое перевооружение народного хозяйства.

Наряду с этим, подетально-пооперационная технология массового машиностроительного производства требовала привлечения нарастающего объема подробной информации на стадиях разработки конструкторско-технологической документации и внедрения новых изделий в производство. Снабженческо-сбытовые службы, благодаря информационному обмену, поддерживали сеть ресурсных коммуникаций между предприятиями-партнерами, а планово-экономический и производственно-диспетчерский отделы аккумулировали и обрабатывали множество сведений о ходе производства для его анализа и регулирования. *Насыщение информационного ресурса расширяло диапазон реакций предприятия на возникающие сбои в ходе производства и развивало его адаптивные качества.*

Вторая половина прошлого века была отмечена высокими темпами обновления продукции, диверсификацией ее номенклатуры и дальнейшим повышением сложности конструк-

ций изделий. Наиболее конкурентоспособными видами продукции стали наукоемкие изделия, изготовленные на базе высоких технологий и заключающие в себе конструкторские нововведения.

Так в восьмидесятых годах заметно росло производство вычислительных и управляющих комплексов (с 5,4 тыс. шт. в 1980 г. до 16,2 тыс. шт. в 1986 г. и в конце 1986 г. в индустрии насчитывалось более 170 тыс. единиц оборудования с программным управлением [267, с. 74, 87]). Было признано, что «новая техника, возникающая на основе появляющихся научных идей и технических достижений, обеспечивает в современном производстве до 90% и более ежегодного прироста производительности труда» (А.В. Проскураков [16, с. 3]).

Вместе с тем прогрессировало оснащение производственных систем промышленными роботами (выпуск их вырос с 1,4 тыс. шт. в 1980 г. до 15,4 тыс. шт. в 1986 г.) и гибкими производственными модулями технологического назначения: в 1986 г. их выпуск достиг 4,9 тыс. шт. На начало 1987 г. в народном хозяйстве СССР функционировало уже около 1800 систем автоматизированного проектирования. Число научно-производственных объединений в промышленности с 1973 г. по 1986 г. увеличилось более, чем в 4 раза (с 80 до 336). При этом число внедренных автоматизированных систем управления и обработки информации нарастало от пятилетки к пятилетке: 2309 (1971–1975 гг.), 2374 (1976–1980 гг.), 3565 (1981–1985 гг.) [267, с. 74, 86].

Масштабная по размаху и глубине тенденция обновления продукции вызвала перевооружение технической базы производства. Переход машиностроения от автоматизации отдельных элементов производства к созданию гибких производственных систем (ГПС) поставило экономистов перед необходимостью обоснования эффективности их варианта, что включало совокупность организационно-технических и планово-экономических решений. Назревала задача обеспечить соединение наиболее экономичной формы связей плана и задач производства с его производственной структурой, так как организационные и технические параметры его и определяют конечный успех ГПС в сочетании с высокой производительностью, низкой себестоимостью и эффективностью производства.

Было ясно, что *непосредственный труд лишился своего прежнего содержания и как таковой вытесняется из процесса производства. Теперь он становился преимущественно обслуживающим (наладка и ремонт оборудования) и интеллектуальным, уходящим в область проектирования технологии и разработки систем управления производством.*

Кроме того, турбулентность экономической ситуации актуализирует проблему модернизации управленческой деятельности, ее ответа на неожиданные и сильные помехи устойчивому поведению производственных систем. Ввиду этого А. Тоффлер (A. Toffler) призывал к более оперативным формам управления, поскольку информация проникает в общество слишком быстро, а кардинальные технологические сдвиги стали слишком частыми.

По данным официальной статистики, в 2004 г. 59,1% общего числа организаций страны применяли специальные программные средства для решения организационных, управленческих и экономических задач. Всего в организациях в том году насчитывалось 4558,3 тыс. шт. персональных компьютеров или 20 ПЭВМ на 100 чел. работников [338, с. 524, 526].

Наряду с этим, можно констатировать следующее: если в первой трети истекшего века производство допускало возможность относительно автономного ведения организационной, плановой и экономической деятельности на предприятии, то ныне тенденция развития индустрии привела к интеграции их, и движущим мотивом этой трансформации является непрерывный рост разнообразия состояний производственных систем. Ведь в настоящее время изделия серийного, мелкосерийного и индивидуального характера занимают уже не менее 75–80% всей выпускаемой продукции.

Тем самым краткий исторический и логический анализ показывает: *экономическая трансформация условий хозяйствования сопровождается преобразованием структуры производственных систем и их организационно-управленческого обеспечения. Эволюция этих систем находит выражение в закономерности их усложнения и информационного насыщения, благодаря чему происходит развитие свойств адаптивности и устойчивости деятельности предприятий.*

Конечно, представленный обзор основных черт эволюции производственных систем нуждается в углубленном исследо-

вании с позиций не только экономической теории, но и организационной, управленческой и информационной парадигм. В их взаимосвязи раскрывается характер доминирующих закономерностей и получает обоснование инновационное направление модернизации производственных систем.

5.3. Информационный и инновационный ресурсы адаптивного поведения производственных систем

Современная экономика знаний формируется на фоне ускорения инновационных процессов и широкого освоения наукоемких технологий в промышленном производстве. Изобретения, ноу-хау и другие конструкторско-технологические нововведения ныне не только определяют «лицо» изготавливаемой продукции, но и с наращиванием информационного и инновационного ресурсов предприятий повышают устойчивость их деятельности в возмущенной конкурентной среде.

По оценке С.Ю. Глазьева, сегодня до 95% прироста валового внутреннего продукта развитых стран обязано научно-техническому прогрессу [326, с. 7]. Но если до 1990 года вклад НТП в экономический рост нашей страны составлял 70–80%, то теперь, по его мнению, лишь 5–10%. Отсутствие механизма поддержки инноваций свело к минимуму внедрение их в практике отечественной индустрии. До сих пор сохраняется низкий удельный вес инновационно-активных промышленных предприятий в российской экономике: 9,8% (2002 г.), 10,3% (2003 г.), 10,5% (2004 г.). При этом доля затрат на технологические инновации в объеме отгруженной продукции инновационно-активных промышленных предприятий составила 3,7% в 2003 г. и 3,3% в 2004 г. [338, с. 598, 599].

Злободневным и сегодня остается быстрый переход к экономике инновационного типа и, в частности, перерастание инновационно-технологических центров в инновационно-промышленные комплексы и реализация стратегических разработок через федеральные центры науки и высоких технологий для завоевания сегментов рынка высокотехнологичной продукции [163]. Наше научное сообщество единодушно в том, что приоритетной задачей ныне становится создание благоприят-

ных условий для превращения знаний и высоких технологий в императивный фактор производства¹ [114; 231; 273 и др.].

Особенно тревожит то обстоятельство, что страна утрачивает конкурентные позиции в сфере микроэлектроники, ставшей катализатором экономического прогресса во второй половине XX века. Именно этой наукоемкой отрасли принадлежит преобразующая роль в области компьютеризации нашего общества, информационных технологий и телекоммуникаций. Нобелевский лауреат по физике Ж.И. Алферов констатирует, что еще 20 лет назад СССР был третьей электронной державой после США и Японии, тогда как сейчас нас уже обошло не менее 50 стран, причем далеко не лидеры в мировой экономике [326, с. 7]. И по праву в группу высокотехнологичных отраслей высшего уровня (high technologies) или ведущих высоких технологий (leading edge) Организация стран экономического сотрудничества и развития (OECD) включила такие наукоемкие отрасли, как приборостроение, производство электронных компонентов и компьютеров.

Однако микроэлектроника представляет интерес не только в аспекте революционизирующего воздействия на другие отрасли хозяйства, но и с точки зрения приложения инноваций и интеллектуального капитала. Наукоемкость этой техники повышается от поколения к поколению, что хорошо демонстрирует переход от полупроводников к интегральным схемам (ИС).

В самом деле, потребности массового производства дискретных электронных приборов вызвали необходимость поиска путей уменьшения габаритов и повышения надежности этих устройств, что и привело к миниатюризации узлов и элементов электроники и созданию ИС.

Появлению ИС предшествовали открытия отечественных физиков, инженеров, технологов, благодаря им промышленное производство ряда компонентов было освоено у нас раньше, чем за рубежом. В результате этого инновации материализовывались как в отдельных элементах (миниатюрных резисторах, конденсаторах, катушках индуктивности и др.), так и в схемах их монтажа. Сама коммутация элементов стала

¹ И. Прангишвили приводит оценку эффективности интеллектуального капитала: капиталовложения в науку и образование дают до 40% роста ВВП, и отдача через 5–7 лет намного выше, чем от вложений в нефть и газ [319, с. 92].

воплощением изобретательской мысли, которая выразила себя в конструировании печатной платы и микро модуля, — уплотненной упаковки малых по размерам электронных приборов.

Изготовление их потребовало проектирования специальных технологических процессов, реализовавших достижения в области физики твердого тела, химии, прикладной математики и других отраслей знания. Традиционные приемы компоновки и монтажа приборов в начале 90-х годов уступили таким новым физико-химическим методам, как выращивание монокристаллов, эпитаксии, плазмохимической, ионно-лучевая обработке и др. Словом, технология производства микроэлектронных приборов тоже «интеллектуализируется», вбирая в себя ноу-хау передовых идей и являя собой перспективную наукоёмкую деятельность.

В стремлении уменьшить габариты и массу, снизить стоимость, повысить быстродействие и надежность электронной аппаратуры была осуществлена интеграция и миниатюризация элементов, в результате чего появились монокристалльные ИС. Конструкторско-технологическое развитие их нашло отражение в кардинальном усложнении структуры ИС: повышение плотности размещения элементов и уменьшение их размеров позволяет сосредоточить в ИС более миллиона элементов на кристалл и увеличить число производимых ими операций, приведенных к площади ИС. Тем самым современные ИС аккумулируют в себе большое количество инноваций, без чего не удалось бы значительно превзойти прежние технические параметры и снизить относительную стоимость выполняемых ими функций.

Совершенствование планарной технологии, в свою очередь, обеспечило массовый выпуск больших и сверхбольших ИС, но вместе с тем и рентабельное изготовление мелкосерийных и заказных ИС. Вследствие этого высокая функциональная сложность ИС и жесткие стандарты их качества и надежности не идут вразрез с экономичностью производства ИС. Наоборот, был достигнут прогресс не по отдельным, а по всей совокупности параметров ИС (габаритам, массе, быстродействию, надежности) и экономических показателей их изготовления (объему выпуска, рентабельности и др.).

«Прорывным» направлением микроэлектроники становится наращивание информационной емкости ИС, вплоть до

гигабитового диапазона (что немаловажно для компьютерной техники) и придание им функций самодиагностики, т.е. отслеживания и коррекции выявленных дефектов в работе ИС. Так вложенные в ИС инновации (а это научные знания!) открывают возможность создать на их базе запоминающее устройство для хранения колоссального количества информации. Овеществленная в ходе проектирования и изготовления ИС конструкторско-технологическая информация позволяет далеко отодвинуть ее емкостный предел и записать на одной ИС около миллиарда бит информации.

В этой связи обращает на себя внимание специфика технологии производства ИС, с помощью которой выдерживаются субмикронные размеры элементов и формируется чрезвычайно сложная внутрисхемная структура. Ведь столь «тесная» компоновка элементов есть не что иное, как плотная концентрация информации, заключенная в их устройствах и электрических соединениях в ИС.

Параметры таких ИС предъявляют высокие требования к технологическим операциям (чистоте исходных материалов, качеству обработки поверхностей подложек, точности соблюдения условий воздушной и технологической среды и др.), которым удовлетворяют лишь полностью автоматизированные производственные системы. Благодаря им планарная технология позволяет вести не только групповое изготовление большого числа приборов на неразделенной пластине, но и одновременную обработку партии пластин на ряде операций. Исключение человека из производственного процесса диктуется, прежде всего, условиями тонкой технологии и массового выпуска; целесообразно и по экономическим причинам (сокращение затрат выгодно как для производителя, так и потребителя ИС).

Если взглянуть на свойства автоматизированного производства с точки зрения инноватики и потребляемой информации процессом труда, то у последнего можно обнаружить закономерность повышения сложности и информационной насыщенности. Ведь в ходе трудовой деятельности происходит информационное взаимодействие между орудиями, предметами, продуктами труда и самим трудом, что наглядно видно на примере роботизированного производства электронных узлов и ИС (рис. 5.1). Назначение и параметры электронных узлов обуславливают состав и схему соединения компонентов

(полупроводниковых приборов, резисторов, конденсаторов и др.) и их размещение на печатной плате.



Рис. 5.1. Информационное взаимодействие элементов производственных систем в процессе изготовления электронных узлов и интегральных схем

Исходя из технологии изготовления электронных узлов, выстраиваются и трудовые операции: монтаж и коммутация этих компонентов. Налицо обоюдное влияние продукта, предмета труда и трудовых операций друг на друга: целевая функция электронного узла определяет его комплектацию и содержание технологического процесса сборки узла, а они, в свою очередь, физические и эксплуатационные характеристики электронного узла (объем, массу, тепловые параметры, надежность и др.).

Взаимозависимы также предметы труда и сам труд, так как первые задают вид сборочных операций (крепление компонентов, их расположение на печатной плате, пайку выводов к контактным площадкам и т.п.), а второй — выбор типа печатной платы (одно- или многослойная плата, требования к точности позиционирования отверстий и толщине электропроводящих полос и др.).

Наконец, существует очевидная двухсторонняя связь между орудием труда, предметами труда и трудовым процессом. Возможности роботизированного сборочного комплекса (РСК) накладывают ограничения на габариты компонентов, шага выводов (например, сборочная машина фирмы «Хитати» позволяет устанавливать в печатные платы компоненты размерами до $16 \times 20 \times 26$ мм с шагом выводов от 5 до 25,4 мм [417]) и содержание технологии производства, которые между тем

имеют принципиальное значение и для структуры РСЖ, т.е. состава технологического, вспомогательного и другого оборудования. С учетом тех и других требований проводится согласование свойств орудий, предметов, продуктов труда и самого труда и формируется ГПС сборки электронных узлов.

Проектирование подобной ГПС представляет собой процесс вовлечения научных знаний в разработку РСЖ, компонентов и технологии производства узлов, обобщающих в себе достижения фундаментальных и прикладных исследований. При этом ценная информация не только материализуется в проектах ГПС, но и вводится в РСЖ в виде управляющей программы, которая заполняет «мозговую аппарат» ГПС и приводит ее в движение. В результате сам труд направляется и поддерживается в автоматизированном режиме посредством интеллектуализации системы управления ГПС.

Таким образом, в продуктах труда — электронных узлах — запечатлен прошлый труд (орудия труда в виде РСЖ, компоненты узлов, печатные платы и др.) и овеществляется труд (операции сборки) ГПС. Поэтому в изготавливаемые электронные узлы переносятся инновации в форме устройств уникальных компонентов, электрической схемы связей между ними, оптимального режима их работы и т.д. Кроме того, растущая степень автоматизации позволила добиться массового производства электронных узлов, что обеспечивало им экономическую выгоду.

В частности, роботизированная линия для сборки печатных плат фирмы «Тосиба» с помощью девяти роботов с циклом сборки, равным 20 с, устанавливает компоненты на 1000 печатных платах в день, достигая при этом коэффициента загрузки оборудования 75%.

Но традиционные методы коммутации и монтажа встретили трудности технологического порядка, из-за чего страдали параметры надежности, габаритов и массы электронных узлов. Микромодули обладали плотностью упаковки лишь несколько десятков компонентов на 1 см³ и к тому же имели сравнительно невысокую надежность. Вследствие этого они не получили широкого распространения и к концу 60-х годов были вытеснены ИС.

Примечателен взгляд на историю развития электронной промышленности с позиций функциональной организован-

ности технических систем (ТС). Начальной ступени микроминиатюризации аппаратуры свойственна модульность построения с множеством электрических соединений между компонентами схем, что вступало в противоречие с надежностью ТС и необходимостью поддержания их функциональных качеств и малых размеров. Следующий шаг миниатюризации — появление планарной технологии изготовления ИС — позволил расширить функциональные возможности ТС при одновременном сокращении числа деталей и замене проводной связи между ними межкомпонентными соединениями, выполненными способом напыления материалов непосредственно на подложку.

Успехи субмикронной технологии вызвали тенденцию роста степени интеграции и модернизации функций ИС. Разработка достаточно сложных ИС предполагает применение систем автоматизированного проектирования, сочетающих в себе выполнение трудоемких расчетов на ЭВМ и привлечение интеллекта проектировщика. Конечным продуктом этой системы являются полный технологический маршрут изготовления ИС и описание ее физической структуры, которые представляют собой информационно насыщенные решения: инновации в сфере научного поиска и компьютерных технологий.

Еще раз заметим, что базовая ныне планарная технология позволила создать наиболее сложные ИС, насчитывающие до миллиона элементов ИС при их минимальном размере до 0,5 мкм. Групповой характер производства схмотехнических элементов ИС дает возможность образовать в тонком слое полупроводниковой пластины десятки и сотни кристаллов больших и сверхбольших ИС.

Массовое изготовление и контроль качества таких многофункциональных ИС осуществляют на основе автоматизации и роботизации рабочих мест и локального оборудования, оснащенных микроэлектронной техникой (см. правую часть рис. 5.1). По существу, здесь уже электронные узлы воспроизводят себя в ИС, повышая сложность, наукоемкость и производительность их изготовления. В этом состоит особенность материализации научных знаний, о которой писал А.И. Анчишкин: «Чем больше научных знаний воплощено в орудиях труда, тем выше их способность замещать живой труд при одновременной экономии прошлого, а значит, тем больше может накапливать-

ся прошлый труд. Это, в свою очередь, создает возрастающие возможности аккумуляции в орудиях труда научных знаний, т.е. возможности их совершенствования» [22, с. 96]. Продолжая эту тенденцию, теперь ИС составляют элементную базу вычислительной техники (микропроцессоров, запоминающих устройств и др.), необходимой для разработки и массового выпуска ультрабольших и сверхскоростных ИС с числом элементов до 1 миллиарда и более. С реализацией таких многослойных соединений удалось еще больше увеличить число функций ТС и повысить их функциональную организованность.

Однако инновации хранят не только элементы и схемы их коммутации в ИС, они пронизывают организацию производственной системы и управление ею, выполняемое многоуровневой сетью ЭВМ с соответствующим математическим обеспечением. Централизованным управлением этой системой достигается координация работы всех ее звеньев, что повышает эффект применения науки. А.И. Анчишкин подчеркивал, что подобная кооперация научных знаний, как и кооперация труда означает не простое их сложение, а взаимообогащение и приобретение нового качества. В результате возникает эффект системности: нарастание взаимного усиления отдельных сфер научного познания и видов техники.

В настоящее время машиностроение во всем мире претерпевает глубокие изменения, связанные прежде всего с ускорением обновления продукции и соответствующей перестройкой информационных процессов, обеспечивающих управление этим процессом. Такие технологии, как CALS (Continuous Acquisition and Life-Cycle Support) и PLM (Product Life-Circle Management), позволяют резко сократить сроки создания и вывода на рынок новых изделий, а также значительно улучшить их логистику. Тем самым интегрированные с производственными мощностями и технологическими процессами информационные системы CALS/PLM стали играть ведущую роль на машиностроительных предприятиях.

На нынешнем высококонкурентном рынке возрастающее значение приобретает не только выпуск наукоемкой продукции, но и ее фирменное обслуживание, которое становится стратегическим фактором успеха промышленных предприятий. Оказание таких услуг (подготовка и переподготовка персонала, консультационные, инжиниринговые и другие ус-

луги) уже рассматривается неременной сферой деятельности товаропроизводителей электронной, информационной, телекоммуникационной и иной сложной техники. При этом и сами услуги в большой мере носят интеллектуальный характер, поскольку связаны с сопровождением эксплуатации инновационных изделий. В частности, на фирмах «IBM» и «Digital Equipment Corporation» в сфере обслуживания занято 10% и 25% соответственно от общей численности сотрудников, причем от реализации технических услуг фирмы получают 20% и 30% соответственно от общего объема прибыли [275].

Резюмируя, уместно заметить, что *закономерность модернизации производственных систем под влиянием инноваций и материализации научных знаний давно уже стала общепризнанной и вряд ли нуждается в доказательстве. Вместе с тем подробный анализ этой закономерности обещает быть полезным для понимания ее характера и поиска средств повышения конкурентоспособности производственных систем и их устойчивости.*

Динамизм рыночных преобразований в хозяйственном комплексе страны выдвинул в ряд первоочередных задачу выявления предпосылок и поиска средств адаптации отечественных предприятий к новым условиям деятельности. В этой связи необходимость достижения достаточного уровня эффективной работы предприятия в нестабильной среде побуждает вновь обратиться к системной интерпретации его структуры и поведения и проследить их эволюцию с позиций информационной концепции. В рамках ее организация и управление предприятием поддерживают его жизнеспособность и продуктивность с помощью инноваций и введения и накопления в его производственной системе полезной информации. При этом она рассматривается в полном объеме: информация не только циркулирует по каналам коммуникаций предприятия, но и заложена в его технических средствах, технологии и изготавливаемой продукции. В итоге на предприятии формируются и наращиваются информационные и инновационные ресурсы, благодаря которым улучшается конкурентоспособность и устойчивость его деятельности.

В последние десятилетия эта проблема привлекает внимание наших и зарубежных исследователей, среди которых Нобелевские лауреаты по экономике К. Эрроу (K. Arrow),

Дж. Стиглер (G. Stigler), и их совместными усилиями закладываются и развиваются основы перспективного научного направления — информационной экономики.

5.4. Энтропия и информация в производственной системе, их взаимосвязь и влияние на устойчивость ее экономического эффекта

Со времени появления теории информации в конце 50-х годов прошлого века экономисты обрели уникальный методический инструментарий и благодаря его применению обогащают свои знания о природе и закономерностях поведения производственных систем. И это неудивительно, если принять во внимание, что информация создает «среду обитания» производственных систем, обеспечивая их своим ресурсом и взаимодействие между ними и другими системами. Вот почему осмысление с позиций информационной концепции ряда фундаментальных положений теории фирм существенно расширило классические воззрения о них.

В связи с этим правомерно ожидать конструктивность теоретико-информационного подхода и к исследованию эволюции производственных систем, упорядоченности и устойчивости их состояний [442]. Окруженные информационным пространством, предприятия потребляют, накапливают, преобразуют поступающую информацию и передают ее во внешнюю среду. Причем, как было уже подчеркнуто, *информация вводится на предприятие как непосредственно (данные об окружении: спросе, инфляции, конкурентах и др.), так и в превращенной форме в качестве профессиональных умений и навыков персонала и воплощенных в виде ноу-хау, изобретений и т.д. в технических средствах (оборудовании, аппаратуре, коммуникациях и т.п.), комплектующих и иных приобретаемых ресурсах. Аналогично и передаваемая во внешнюю среду информация есть разного рода сведения о предприятии (бухгалтерские документы, реклама, бизнес-проекты и др.) и материализованные в изготовленных им продуктах конструктивно-технологические новшества, патенты и другие инновации.*

Поглощаемая информация дает предприятию возможность адаптироваться к внешним условиям деятельности (пос-

тавщикам, потребителям, конкурентам, банкам и др.) и оставаться устойчивым в подвижной среде. Для этого оно склонно сохранять упорядоченность и согласованность действий производственных систем, что позволит предприятию оказывать сопротивление влиянию негативных факторов и синхронно реагировать на инновационные сигналы окружения. Такое поведение осуществляется системой управления предприятием, в рамках которого удастся погасить возникающие помехи (перебои в поставках и движении сырья, материалов, заготовок, энергии и денежных потоков, вынужденные простои, брак продукции и т.д.), уменьшить неупорядоченность деятельности и укрепить конкурентноспособность предприятия.

Между тем разрастание хаоса в работе предприятия влечет за собой повышение непредсказуемости в его поведении, так как нарушаются организационно-технологические связи между производственными системами и ухудшается их координация. Говоря языком теории информации, в системе происходит увеличение энтропии: чем больше неопределенность ситуации в производственной системе, тем выше и энтропия ее, и, наоборот, более определенная ситуация равнозначна снижению энтропии в ней.

Энтропийное толкование поведения системы опирается на пионерные исследования по термодинамике и статистической физике Р. Клаузиуса (R. Clausius), Л. Больцмана (L. Boltzmann) и Дж. Гиббса (J. Gibbs). Введя в научный обиход понятие энтропии, Р. Клаузиус (R. Clausius) установил, что в замкнутой системе она остается либо неизменной (обратимые процессы), либо возрастает (необратимые процессы). С приданием энтропии вероятностной интерпретации Л. Больцман (L. Boltzmann) доказал, что «всякая замкнутая система тел стремится к определенному конечному состоянию, для которого энтропия будет максимум» [58, с. 176–177]. При этом возрастание энтропии системы является следствием ее перехода от наименее вероятного состояния к более вероятному, и в результате необратимого процесса она достигает состояния равновесия.

В свою очередь, Дж. Гиббс (J. Gibbs) обосновал критерий равновесия материальной системы, изолированной от всех внешних воздействий, который представляет собой вариацию ее энтропии [98]. Если обозначить через ϵ энергию, η — энтропию системы, а нижним индексом при вариации (δ) — ту вели-

чину, которая в данном случае не изменяется, — энергию (ϵ), то критерий равновесия запишется в виде:

$$(\delta\eta)_\epsilon \leq 0.$$

Это означает, что при всех возможных изменениях состояния изолированной системы при постоянной ее энергии вариация энтропии равновесной системы равна нулю или отрицательна.

Для различения типов равновесия в отношении их устойчивости Дж. Гиббс (J. Gibbs) принимает во внимание абсолютные величины вариаций (обозначенные символом Δ), которые не пренебрегают бесконечно малыми высших порядков. Тогда необходимые и достаточные условия разных типов равновесия им формулируются следующим образом:

- для устойчивого равновесия: $(\Delta\eta)_\epsilon < 0$;
- для безразличного равновесия существуют изменения состояния системы, для которых $(\Delta\eta)_\epsilon = 0$;
- при неустойчивом равновесии существуют изменения состояния системы, для которых $(\Delta\eta)_\epsilon > 0$.

И вполне логично, что система всегда находится в равновесии, если она имеет максимальную для данной энергии энтропию. При этом *у системы может быть несколько равновесных состояний, и то из них, которому соответствует наибольшее из максимумов энтропии, обладает абсолютной устойчивостью*. Заметим попутно, что возрастание энтропии в теории неравновесных (необратимых) процессов получило название производства энтропии.

Из условий Дж. Гиббса (J. Gibbs) видно, что уменьшение энтропии в системе возможно при подводе к ней энергии, которая противостоит разрастанию хаоса в системе и ее деградации. Перенос энергии в этом случае «уводит» систему от состояния равновесия, чем способствует появлению в ней своеобразных неравновесных эффектов.

Подобное понимание энтропии привело к аргументации ее влияния на упорядоченность системы, предпринятого в 1945 г. одним из создателей квантовой механики Э. Шредингером (E. Schrödinger): «Энтропия, взятая с отрицательным знаком, есть сама по себе мера упорядоченности» [460, с. 76]. Поэтому *отрицательная энтропия (называется негэнтропией) — средство обуздания и ослабления хаоса, который может довести до разлада внутренних связей и разрушения системы*.

Кстати, энтропийные закономерности существуют и в живой природе, и потому к термодинамическому подходу обратились и ученые, занимающиеся исследованием организмов и процессов их взаимодействия с окружением. В частности, по словам Н.А. Бернштейна, «среда, как все неживые совокупности, согласно второму принципу термодинамики, всегда движется в направлении возрастания энтропии; организм и в своем онтогенетическом формировании и во всех проявлениях активности по ходу жизни движется негэнтропически, добываясь и достигая понижения уровня энтропии в самом себе и оплачивая этот эффект ценой метаболического возрастания энтропии в своем окружении за счет окисления и разрушения веществ — участников энергетического метаболизма» [47, с. 329–330]. Тем самым организм упорядочивает свою структуру посредством отвода энтропии во внешнюю среды. Вот почему нельзя не согласиться с А.И. Бергом, который, характеризуя процессы управления, отмечает их общее свойство: всем им присуща точная количественная мера — уменьшение энтропии.

Ослабить энтропию и «навести порядок» в системе можно с помощью введения в нее полезной информации, которая оказывает координирующее воздействие на элементы системы и предписывает им согласованные операции. *Ведь с увеличением объема вводимой в производственную систему управляющей информации повышается упорядоченность ее поведения, так как сокращаются непредусмотренные перерывы в ходе ее работы, снижаются потери ресурсов и в итоге растет продуктивность их использования.* Наращивание информации есть следствие внедрения инноваций в производственный процесс, что дает возможность на базе высоких технологий выпускать наукоемкую продукцию.

Зависимость между энтропией, организованностью и количеством информации в системе была скрупулезно исследована классиками кибернетики. «Как количество информации в системе есть мера организованности системы, — полагал Н. Винер (N. Wiener), — точно так же энтропия системы есть мера дезорганизованности системы; одно равно другому, взятому с обратным знаком» [80, с. 56]. В дальнейшем эту новаторскую идею успешно развивали в своих трудах Л. фон Берталанфи (L. von Bertalanffy), С. Бир (S. Beer), Л. Бриллюэн (L. Brillouin), К. Шеннон (C. Shannon), У. Эшби (W. Ashby) и др.

Возвращаясь к статистическому подходу к анализу эволюции систем, акцентируем внимание на том, что он исходит из признания подверженности систем действию случайных факторов и поэтому описывается вероятностными категориями, ввиду чего оказалось ценным использование представлений термодинамики. Заимствованное К. Шенноном (С. Shannon) из статистической физики понятие энтропии применяется для оценивания неопределенности случайного поведения системы. У основоположника теории информации читаем, что привлекаемая для этого величина рассматривается как мера «количества информации, возможности выбора и неопределенности» [457, с. 261].

Но чем больше разнообразие состояний производственной системы, тем выше и неопределенность в поведении системы. К тому же поражающий систему хаос еще больше повышает это разнообразие, а значит, и неопределенность функционирования производственной системы. Растет в ней и энтропия, ограничить которую способна, как уже отмечалось, лишь направляемая в ПС информация. Отсюда по негэнтропийному принципу Л. Бриллюэна (L. Brillouin) информация представляет собой отрицательный вклад в энтропию. Таким образом, *чем больше накоплено информации в производственной системе, тем меньше в ней энтропии и неопределенности в работе и, наоборот, снижение количества информации в системе ведет к увеличению энтропии и повышению неопределенности в ее поведении.*

В этом отношении производственная система, обладающая некоторой энтропией H_* , в результате внесения в систему количества информации I уменьшает свою энтропию до величины $H = H_* - I$. Соответственно этому происходит снижение начальной неупорядоченности B_* системы до величины B . Аналогия со статистической физикой привела В.А. Трапезникова к выводу о том, что неупорядоченность B системы и уменьшение энтропии $H_* - H$ связаны экспоненциальной зависимостью [390, с. 6]:

$$\frac{B}{B_*} = e^{-\frac{H_* - H}{a}}, \quad (5.1)$$

а с учетом того, что

$$H = H_* - I,$$

есть введенная в систему информация I :

$$\frac{B}{B_*} = e^{-\frac{I}{a}}, \quad (5.2)$$

где a — постоянная.

Неупорядоченность B системы характеризуется количеством возможных микросостояний ее, а количество информации I равнозначно величине снятой энтропии и имеет вероятностную интерпретацию.

В этой связи необычен, но объясним прием получения новой информации с помощью искусственного наращивания хаоса в поведении системы. В рамках одной из школ стратегий — школы обучения — аналитики рассматривают теорию хаоса, на основании которой преднамеренно вносят хаос в поведение системы для того, чтобы «спровоцированные» им действия позволили получить новые знания об этой системе.

С изучением неравновесных процессов становилось очевидным, что система удаляется от начального состояния и утрачивает свойство возврата к нему, поскольку процесс протекает лишь в одном направлении: от прошлого к будущему (упоминавшаяся уже «стрела времени»). Несмотря на то, что в ньютоновской механике явления обратимы и потому могут вернуться в исходное положение, в макроскопической физике они необратимы. Г. Хакен (H. Haken) считает, что этот феномен до сих пор не нашел удовлетворительного обоснования. Ведь макроскопические явления необратимы, хотя все фундаментальные законы обратимы. Но если термодинамика обращается преимущественно к тепловым равновесным процессам, то синергетика — неравновесным и возникающим благодаря самоорганизации пространственной, временной или функциональной структурам.

При изменении управляющего параметра системы (например, количества подводимого к ней энергии) может возникнуть неустойчивость, и система переходит в новое состояние. В синергетике обнаружили, что в такой точке потери устойчивости неустойчивыми становятся, вообще говоря, небольшое число коллективных мод (параметров порядка), описывающих макроскопическую структуру. При этом действует принцип подчинения, в соответствии с которым эти параметры определяют поведение микроскопических частей системы, и изменение

управляющих параметров в широком диапазоне может сопровождаться иерархией неустойчивостей и структур.

Вместе с тем параметрам порядка свойственна циклическая причинность в том смысле, что этот параметр «подчиняет» себе атомы, а, с другой стороны, сам оказывается порожденным коллективным действием атомов. Поэтому с точки зрения информации, параметр порядка играет двойную роль: он сообщает атомам о том, как им надлежит вести себя, и доводит до наблюдателя сведения о макроскопически упорядоченном состоянии системы. Но «если для описания состояний отдельных атомов требуется огромное количество информации, — акцентирует внимание Г. Хакен (H. Haken), — то после установления упорядоченного состояния необходима лишь одна величина», резюмируя, что «происходит сильное сокращение информации», и поэтому «мы можем назвать параметр порядка *информатором*» (выделено в тексте Г. Хакеном) [412, с. 48–49].

Тогда с позиций теории информации и синергетики приходим к следующему выводу: *с нарастанием неупорядоченного поведения системы количество информации в ней уменьшается, тогда как требуемая описательная информация при этом увеличивается. И, наоборот, переход системы в упорядоченное состояние сопровождается накоплением в ней позитивных качеств и полезной информации, но вместе с тем означает уменьшение описательной информации. В результате можно констатировать, что в отношении рассматриваемых систем властвует закономерность сохранения количества внутренней и внешней информации: уменьшение одной из них в известной степени компенсируется увеличением другой. Так рост объема внутренней информации влечет за собой сокращение внешней информации о функционировании системы в целом, а убывание информационного содержания системы ведет к необходимости наращивания внешней информации о поведении системы.*

Конечно, общее количество информации не остается неизменным и имеет тенденцию к расширению диапазона варьирования, несмотря на интеллектуализацию производственных и управленческих процессов. Дело в том, что ускоряющийся поток перемен, обрушивающихся на производственные системы, может расстроить ее намеченное поведение и расшатать устойчивое движение системы, и тогда перспективы ее функ-

ционирования зависят от способности адаптироваться к «турбулентной» внешней среде и предотвратить деградацию ресурсов системы.

Наряду с этим, если динамическая система обладает устойчивостью, влияние допустимых проникающих помех не оказывает на нее воздействия, способного принципиально изменить поведение системы. Тогда присущая ей устойчивость может отвести режим поведения от угроз необратимых изменений. Но если система неустойчива, влияние шума становится значимым и даже малые флуктуации могут стать причиной резких перестроек в поведении динамической системы. *В подобной неравновесной ситуации даже малое воздействие внешнего фактора в подходящий момент может кардинально изменить портрет поведения системы, находящейся на развилке возможных траекторий движения системы. Из их пучка конкретное направление траектории будет выбрано характером протекания процесса и действием случайных (не обязательно мощных) факторов в точке бифуркации системы.*

Об этом свидетельствуют результаты исследований по синергетике. Возникающий в системе хаос часто служит зародышем появления в ней нового порядка, эволюция которого может опять трансформироваться в хаос и т.д. В итоге в неравновесной среде складываются и распадаются те или иные структуры, имеющие черты общего поведения. Источником когерентности, т.е. условием образования огромного множества типов структурированного коллективного поведения, становятся сильно неравновесные необратимые процессы, вследствие чего система обладает способностью перехода из недифференцированного состояния покоя в одно или несколько упорядоченных состояний и пребывает в различных устойчивых состояниях [322; 411]. Причем, если равновесное или квазиравновесное состояния полностью определяются краевыми условиями, то для неравновесных состояний все решительным образом меняется. Создается множество различных диссипативных структур, что рассматривается как ответ на нелинейный характер сильно неравновесных ситуаций, в которых малые различия могут приводить к масштабным, порой катастрофическим изменениям в картине поведения системы.

Подытоживая, можно заметить, что *закономерности хаотического функционирования производственных систем*

дают ключ к пониманию деятельности предприятия вдали от равновесия, что типично для современного этапа рыночных преобразований в российской экономике. Статистическая физика, синергетика и теория информации объясняют стиль поведения предприятий и зигзаги траекторий их движения на фоне влияния как деградационных, так и инновационных факторов. Тем самым удается познать причины и характер достижения и потери устойчивости предприятий, благодаря чему развиваются методология и инструментарий управления ими в трансформационной экономике.

Форсированное «погружение» отечественных предприятий в стихию рыночных колебаний, повторим, обернулось усилением неопределенности в сети ресурсопотоков между предприятиями: они стали испытывать дефицит потребляемых ресурсов, в том числе информационных. Отсутствие ясных экономических и юридических норм хозяйствования, неполнота сведений об условиях поставок и потреблении продукции, действиях конкурентов и т.п. подрывали способность предприятий адаптироваться к подвижному экономическому окружению. Кроме того, накопленные ими ресурсы часто не позволяли осуществить желаемую перестройку производственного процесса и оставляли предприятию мало свободы для совершения маневра (улучшения качества выпускаемых и освоения новых видов продукции, снижения затрат и т.д.).

По этой причине возросшее разнообразие состояний производственных систем оказалось непомерным для управляющего органа предприятия, ввиду чего проблемным становилось лимитирование их обилия и обеспечение упорядоченности деятельности предприятия. И если предприятие утрачивало способность ограничивать и уменьшать это разнообразие состояний, нарастающий хаос нарушал, а то и парализовывал его работу, подтверждая тем самым действие закона необходимого и достаточного разнообразия состояний системы. *Обретение и поддержание устойчивости производственных систем в такой ситуации требует повышения гибкости ресурсов предприятия для эффективного реагирования на внешние и внутренние помехи, что даст возможность наращивать функции контроля и уменьшить разнообразие состояний систем.* А для этого необходима дальнейшая интеллектуализация как персонала предприятий, так и применяемых

им информационно-технологических, технических и других средств производства и управления.

Подчеркнем вновь, что наибольшей организованности системы отвечает предсказуемость поведения всех ее элементов, когда энтропия системы минимальна. Если же состояния элементов являются случайными и лишь статистически связаны с состояниями остальных элементов, энтропия системы повышается, а организованность ее соответственно уменьшается.

Громадное разнообразие состояний производственной системы вызвало стремление сократить их множество и сохранять в ее деятельности порядок. Однако последний и есть результат введения и насыщения систем полезной информацией. Источником ее в производственной системе служит человек, генерирующий и направляющий информацию на упорядочивание элементов труда. На этом основании *количество информации в производственной системе становится мерой ее организованности.*

Достижение и сохранение допустимого экономического эффекта работы производственной системы в нестабильной среде побуждают продолжить системную интерпретацию организационно-управленческого аспекта деятельности предприятий и провести его анализ с применением информационной концепции [436]. Полагаем, что организация и управление имеют целью обеспечить предприятию жизнеспособность и эффективность с помощью введения и накопления в его производственных системах полезной информации.

Настоящий подход исходит из объективной необходимости внедрения на предприятии наукоемких средств производства и технологий, а также улучшения координации действий всех его подразделений. Ведь и прогрессивность технологических способов производства изделий и услуг, и качество управленческих решений в конечном счете определяется заключенной в них ценной информацией. Вот почему логично воспользоваться для оценки эффекта функционирования предприятий информационным критерием, предложенным еще в 60-х годах прошлого века В.А. Трапезниковым.

По его мысли, часть информации овецествляется в предметах труда, другая часть накапливается в форме знаний, наконец, часть расходуется в процессе труда на борьбу с неупорядоченностью, что вполне созвучно излагаемому нами

подходу. Тем самым в производственной системе информация не только поступает в нее в ходе управления в форме принятых решений, но и материализуется в предметах и средствах труда в виде воплощенных в них знаний.

Следует отметить, что уже логическая структура изготавливаемых изделий может служить показателем уровня организации производства. По исследованиям Е.И. Попова и Н.А. Гришиной конструктивные особенности изделия, его деталей и узлов полностью определяют технологический процесс и его обеспечение. В результате «комплекс состояний производственного процесса, порождаемый структурой и динамикой последнего, находит свое отображение в логической структуре изделия» [116, с. 35]. Поэтому появляется возможность по логической структуре изделия оценить величины, пропорциональные максимальной энтропии производственной системы, и рационализацией этой структуры добиваться совершенствования организации производства.

С насыщением информацией как самого процесса организации и управления, так и предметов и средств труда, становится возможным локализация и ослабление помех нормальной работе предприятия и уменьшение неупорядоченности его функционирования. В итоге экономический эффект деятельности предприятия нарастает при уменьшении степени неупорядоченности в поведении производственных систем и снижается при распространении в них хаоса.

В статистическом толковании зависимость эффекта \mathcal{E} функционирования системы от количества I введенной в нее информации выражается следующей формулой, полученной В.А. Трапезниковым [390, с. 51]:

$$\frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}} = 1 - e^{-\frac{I}{I_0}}, \quad (5.3)$$

где \mathcal{E}_{\max} — эффект идеально функционирующей системы (предельно возможный эффект); I_0 — объем информации, характерный для данного объекта управления.

В приведенной формуле прочитывается органическая взаимосвязь организационного, информационного и экономического аспектов деятельности производственной системы: чем больше в ней накоплено полезной информации, тем выше ее организованность и эффект работы, и наоборот. Между тем

экспоненциальный характер этой зависимости указывает на присущую системам закономерность информационного поддержания эффекта ее функционирования (рис. 5.2).

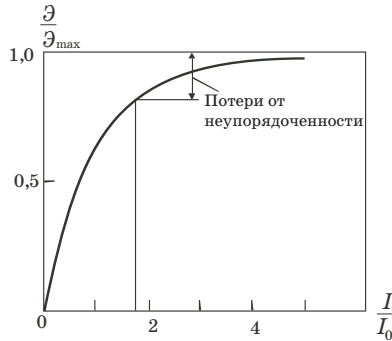


Рис. 5.2. Зависимость между относительными величинами количества управляющей информации и экономического эффекта

Она состоит в том, что с насыщением информацией системы повышается и эффект ее работы, но вместе с тем проявляется себя и тенденция понижения прироста этого эффекта. Вытекающая из этой закономерности зависимость производительности труда от параметра уровня знаний в системе отвечает хозяйственной действительности и подтверждена практическими расчетами [204].

Для вывода информационного условия поддержания устойчивости экономического эффекта предлагаем преобразовать формулу (5.3) к удобной для анализа форме и выразить искомую зависимость графически. С этой целью приведем сначала равенство (5.3) к виду:

$$e^{-\frac{I}{I_0}} = 1 - \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}},$$

а затем прологарифмируем обе его части:

$$\ln e^{-\frac{I}{I_0}} = \ln \left(1 - \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}} \right)$$

и имеем выражение для соотношения введенной I и начальной I_0 информации:

$$\frac{I}{I_0} = \ln \left(1 - \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}} \right)^{-1}. \quad (5.4)$$

Наглядное изображение этой зависимости дает рис. 5.3, иллюстрирующий статистическую закономерность процесса насыщения предприятия управляющей информацией в экономическом ракурсе, в частности, под углом зрения обеспечения того или иного уровня эффекта его функционирования.

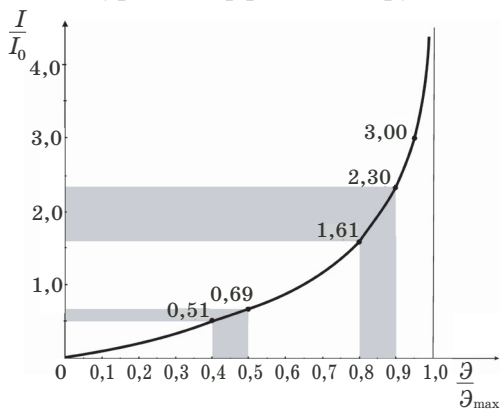


Рис. 5.3. Зависимость между относительными величинами количества управляющей информации и эффекта деятельности предприятия

Вид кривой на графике отражает специфический характер связи между относительными величинами количества управляющей информации и эффекта деятельности предприятия: нижний пологий отрезок кривой сменяется в средней части графика восходящей ветвью с «крутым подъемом». Поэтому достижение уровня эффекта в зоне малых значений требует меньше приращения управляющей информации, в отличие от поля больших величин (на рис. 5.3 приращения соответствуют ширине затемненных полос). Наконец, с приближением уровня эффекта к предельно возможному ($\mathcal{E} \rightarrow \mathcal{E}_{\max}$ или $\mathcal{E} / \mathcal{E}_{\max} \rightarrow 1$) количество необходимой дополнительно вводимой управляющей информации на предприятии стремительно возрастает.

Найдем условие, при котором уровень эффекта деятельности предприятия будет устойчивым, несмотря на действие возникающих помех [437]. Очевидно, относительному показателю $\mathcal{E} / \mathcal{E}_{\max}$ будет свойственна устойчивость, если величина этой дроби остается в допустимом диапазоне значений от ниж-

ней K_9^h до верхней K_9^e границы, т.е. удовлетворяет двойному неравенству:

$$K_9^h \leq \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}} \leq K_9^e.$$

С учетом формулы (5.3), представим предыдущее выражение неравенством:

$$1 - K_9^e \leq e^{-\frac{I}{I_0}} \leq 1 - K_9^h,$$

и в результате его логарифмирования находим искомое условие устойчивости показателя эффекта деятельности предприятия:

$$\ln(1 - K_9^h)^{-1} \leq \frac{I}{I_0} \leq \ln(1 - K_9^e)^{-1}. \quad (5.5)$$

Таким образом, для поддержания устойчивого уровня эффекта $\mathcal{E} / \mathcal{E}_{\max}$ в заданном интервале от нижней K_9^h до верхней K_9^e границы включительно относительный показатель I / I_0 количества управляющей информации на предприятии должен находиться в пределах неравенства (5.5). *Выполнение этого условия обязывает осуществить введение соответствующего объема I полезной информации в производственную систему предприятия для погашения помех, препятствующих достижению намеченного уровня \mathcal{E} эффекта его деятельности.*

Вполне понятное совпадение левой и правой частей неравенства (5.5) с зависимостью (5.4) дает возможность вновь обратиться к рис. 5.3, чтобы визуальнo оценить закономерность соблюдения условия (5.5). Продолжая рассуждения по поводу величины приращения управляющей информации для получения необходимого уровня эффекта работы предприятия, можно констатировать, что при сравнительно малых значениях \mathcal{E} эффекта обеспечение его устойчивости является менее ресурсоемким, чем для величины \mathcal{E} , близкой к максимальному \mathcal{E}_{\max} .

Так из рис. 5.3 видно, что для поддержания значения \mathcal{E} в пределах от $K_9^h = 0,4$ до $K_9^e = 0,5$ (от $0,4\mathcal{E}_{\max}$ до $0,5\mathcal{E}_{\max}$ включительно, т.е. при $0,4 \leq \mathcal{E} / \mathcal{E}_{\max} \leq 0,5$), величина относительного показателя I / I_0 количества управляющей информации должна находиться в интервале $0,51 \leq I / I_0 \leq 0,69$ (на рис. 5.3 этому интервалу отвечает нижняя горизонтальная затемненная по-

лоса). В то же время сохранить устойчивость более высокого уровня эффекта, например, $\mathcal{E} \geq 0,8\mathcal{E}_{\max}$ гораздо труднее.

Действительно, для получения уровня эффекта в пределах от $K_s^h = 0,8$ до $K_s^e = 0,9$ (от $0,8\mathcal{E}_{\max}$ до $0,9\mathcal{E}_{\max}$ включительно, т.е. при $0,8 \leq \mathcal{E} / \mathcal{E}_{\max} \leq 0,9$) требуется обеспечить величину I / I_0 в интервале $1,61 \leq I / I_0 \leq 2,30$ (на рис. 5.3 он показан верхней затемненной горизонталью). Тем самым объем полезной информации в производственной системе во втором случае должен возрасти (для нижних пределов K_s^h $1,61 : 0,51 \approx 3,16$ и верхних пределов K_s^e $2,30 : 0,69 \approx 3,33$) более, чем в три раза.

Ясно, что для доведения экономического эффекта до уровня $0,8 \div 0,9$ от максимально возможного \mathcal{E}_{\max} и достижения его устойчивости необходимо привлечь дополнительные ресурсы для сбора, передачи, обработки и хранения управляющей информации. А это сопряжено с усложнением структуры системы управления, оснащением ее более совершенными техническими и иными средствами, развитием алгоритмического аппарата, разработкой и освоением новых информационных технологий.

Подобная инновационная модернизация системы управления предприятием связана с наращиванием капитальных вложений, направляемых для качественного улучшения функциональных свойств управленческих процессов. Вместе с тем источником покрытия этих вложений становится вызываемый ими прирост эффекта деятельности предприятия, что предполагает оценку и анализ срока окупаемости затрачиваемых средств. Ввиду этого появляется потребность в выборе экономичного варианта модернизации, поскольку чрезмерное усложнение системы управления при постоянстве прочих факторов ведет к неоправданным расходам и увеличению периода их возмещения.

Правомерно выдвинуть гипотезу о том, что тенденции изменения упорядоченности и эффективности поведения системы подчиняются определенным циклическим закономерностям, которые отражают характер инновационного развития системы. Модернизация ее может повлечь за собой не только обновление элементов системы, но и перестройку сложившихся внутренних связей и регламента работы, а значит и ухудшение первых пораз упорядоченности функционирования системы. К тому же переоснащение технических, программных и иных средств имеет под собой инвестиционный

задел, который предполагает вложение финансовых ресурсов и локальное понижение показателей эффективности управления. Лишь по прошествии времени с освоением инноваций и нарастанием ввода координирующей информации созревают условия для компенсации утраченного порядка и, благодаря улучшению организованности поведения системы, подыма на более высокий уровень эффекта ее деятельности.

Такая эволюция производственной системы может иметь различную динамическую картину и затрагивает вопросы обеспечения устойчивости ее функционирования. В одних случаях внедрение новшеств в деятельность производственной системы вносит незначительные сдвиги в траекторию ее движения, в других может порождать угрожающую устойчивости системы хаотичность. Поэтому с позиций цикличности изменения упорядоченности системы можно вести речь о характерных этапах в ее жизни, среди которых Б.Ю. Сербиновский выделяет «этапы расширения упорядоченности (закрепления устойчивого состояния системы), относительной неизменности соотношения упорядоченности и хаоса, уменьшения упорядоченности при переходе из одного состояния в другое, которое сопровождается практически полным или частичным разрушением прежней упорядоченности и активным поиском нового устойчивого состояния (переход через хаос)» [353, с. 85]. Подчеркнем, что описанный переход от упорядоченности к хаосу и вновь к упорядоченности носит относительный характер и отнюдь не всегда подвергает систему риску потери устойчивости, а лишь при недопустимых для режима ее работы возмущениях.

Из вышесказанного делаем следующие выводы [29; 436]:

- *жизнеспособность предприятия в нестабильной рыночной среде обуславливается его способностью воспринимать и понимать внешние сигналы, т.е. информацию поставщиков ресурсов, потребителей продукции, конкурентов и других субъектов экономики;*

- *конкурентное преимущество предприятия возрастает при изготовлении наукоемкой продукции, материализующей современные инновации в области техники и технологии;*

- *устойчивость предприятия определяется гибкостью его ресурсов, что дает ему возможность противостоять внешним и внутренним помехам и тем самым адаптироваться к подвижной экономической ситуации;*

- *обеспечение устойчивого эффекта работы предприятия зависит от его информационного ресурса, накопленного в средствах производства и поддерживаемого организационно-управленческой деятельностью персонала предприятия;*
- *ориентация на максимально возможный эффект работы предприятия и сохранение его устойчивости оборачивается несоразмерным ростом затрат ресурсов, что дает повод руководствоваться взвешенным подходом при планировании экономических показателей деятельности предприятия;*
- *инновационное развитие производственных систем динамизирует их поведение и связано с циклическим изменением соотношения порядка и хаоса в поведении систем, влияющих на устойчивость их функционирования.*

При этом будем помнить о том, что на эффект производственной системы существенное действие оказывает разнообразие ее состояний. С их ростом и усилением интенсивности помех, характерных для трансформационной среды нашей экономики, достижение намеченного уровня эффекта работы предприятия довольно проблематично и диктует необходимость продолжения исследования условий обеспечения его устойчивости, но уже под углом зрения свойств информации и информационных процессов в производственных системах.

6. ОБОБЩЕННЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ПОВЕДЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

6.1. Количественный и качественный аспекты информации. Порядок в производственной системе, его оценка и принцип достаточности

Несмотря на конструктуивность и досточную распростра-ненность применения, энтропийное оценивание информации не исчерпывает ее специфики в производственных системах, поскольку за рамками анализа остаются значимые черты их поведения. Крупнейший математик XX века А.Н. Колмогоров полагал, что аксиоматическое направление исследований информации с помощью показателя энтропии не учитывает качественный аспект информации. «Качественное своеобразие информации оказывается при этом несущественным», — отмечал он, и «надо понимать, что при всей увлекательности идей теории информации подобное стирание качественных особенностей информации имеет место только с известным приближением и при определенных условиях» [180, с. 38]. «Теория информации в ее теперешнем виде игнорирует смысл информации и тем более ценность информации для получателя», — утверждал А.А. Харкевич [416, с. 489]. Солидарен с ними и Г. Хакен (H. Haken): «Шенноновская информация никак не связана со смыслом передаваемого сигнала. В его концепцию информации не входят такие ее аспекты, как осмысленность или бессмысленность, полезность или бесполезность и т.д.» [412, с. 34–35].

Фокусирование внимания на качественной стороне информации вызвано необходимостью знать не только энтропийную меру состояний производственной системы, но и их отличительные особенности: состояния различаются продолжительностью, размеренностью их чередования, определяющими динамику поведения производственной системы и дополняющими картину ее функционирования. Именно *сочетание количественных и качественных признаков состояний помогает преодолеть однобокость вероятностной характеристики поведения производственных систем и достичь более полного описания специфики их деятельности.*

Исследование информационных процессов в эволюционирующих производственных системах наталкивается на проблемы, вызванные их универсальностью и послужившие предметом дискуссии в 60–70-х годах истекшего столетия. Каково содержание понятия информации? Существует ли она в неживой природе? Какие свойства у информации? Эти и подобные им вопросы преследуют специалистов в ходе изучения систем в информационном разрезе.

Ответ на них потребовал логико-гносеологического анализа развития понятия информации, заинтересованно освещавшегося в нашей философской литературе. Итогом совместного обсуждения этой проблемы стало признание информации общенаучной категорией, которая тесно связана с разнообразием и отражением. Можно утверждать, что информация представляет собой разнообразие, которое один объект содержит о другом объекте (в процессе их взаимодействия), при этом воспроизведение разнообразия осуществляется благодаря отражению, и потому информацию можно понять как отраженное разнообразие, а сам информационный процесс — как отражение разнообразия. Вместе с тем подразумевается, что информацией о себе может обладать и сам объект в результате самоотражения. *Поскольку разнообразие и отражение свойств всей материи, то и информация выражает всеобщий атрибут материи, а не только живой природы.*

Настоящее заключение проливает свет на природу информации и принципиально для нас в двух отношениях.

Во-первых, информация образуется и передается не только в процессе сознательной деятельности человека, ее объективно содержит как живая, так и неживая материя. В частности, размышляя об эволюции живых существ, П.К. Анохин выдвигает гипотезу о том, что уже на очень ранней стадии развития (в безлюдную эпоху) возникло универсальное приспособление с помощью обратной сигнализации о полезности произведенного действия. На этом основании «обратная информация в мире живых существ является абсолютно необходимым условием выживания и потому получила свое широкое развитие задолго до того, как на Земле появился человек» (выделено в тексте П.К. Анохиным) [20, с. 218]. Такой подход разделили и специалисты, посвятившие свои изыскания философскому осмыслению природы и свойств информации и информацион-

ных процессов: в отношении биологических систем М.И. Сетров [355], неживой (неорганической) природы В.В. Парин, Б.В. Бирюков, Е.С. Геллер, И.Б. Новик [291], А.Д. Урсул [399] и др. Весьма образно писал на эту тему и В.М. Глушков: «Информацию несут в себе не только испещренные буквами листы книги или человеческая речь, но и солнечный свет, складки горного хребта, шум водопада, шелест листья и т.д.» [105, с. 15]. Тем более, еще раз отметим, информация заложена в технических средствах производственных систем (в оборудовании, аппаратуре, коммуникациях и др.), в технологии изготовления изделий и в самих изготавливаемых продуктах труда (деталях, узлах, агрегатах, готовых изделиях и т.п.).

Во-вторых, информация имеет основание для рассмотрения под различным углом зрения и измерения соответствующим способом, в том числе и нестатистическом. *Энтропийное оценивание информации должно уступить невероятностным методам, когда требуется детерминированная мера разнообразия элементов.* В этом отношении уместно вновь вернуться к мнению А.Н. Колмогорова о том, что «информация по своей природе — не специально вероятностное понятие».

Мысль о двух частях в теории информации была высказана еще в 1949 году Дж. фон Нейманом (J. von Neumann). В его лекциях по теории и организации сложных автоматов мы находим, что «теория информации состоит из двух частей — точной и вероятностной. Вероятностная часть наиболее важна для современной вычислительной техники, а точная часть служит необходимым введением к ней. Эта точная часть теории информации представляет собой просто иной способ работы с формальной логикой» [270, с. 62].

Оба подхода к определению информации — статистический и нестатистический — базируются на свойстве разнообразия элементов, поскольку если этого разнообразия среди них нет, то нет и информации. В первом подходе разнообразие присутствует в исходах выбора элементов, во втором — в самом наличии различных элементов. Понятно, что множеству отличающихся друг от друга элементов свойственно наибольшее разнообразие, что дает максимальную энтропию (выбор любого элемента равновероятен, а это увеличивает до определенного предела энтропию, и следовательно, количество сохраняемой во множестве информации)

и максимум нестатистической информации, имеющейся во множестве этих элементов.

В философском отношении эта двойственность вполне обоснована: первому подходу присуща возможность, выражаемая через категорию вероятности, второму — действительность состояний производственной системы, и вместе они взаимодополняют друг друга.

Между тем эволюция производственной системы может быть подчинена какому-либо порядку, либо, наоборот, носить в какой-то степени произвольный характер. В первом варианте в последовательности состояний станет больше предсказуемых и типичных состояний, во втором меньше. Поэтому разнообразие состояний системы в обоих вариантах будет иным, и упорядочение их будет означать сокращение разнообразия состояний за счет уменьшения «шума». У. Эшби (W. Ashby) считал, что мир без ограничений разнообразия был бы полностью хаотическим, отчего из ограничения разнообразия обычно можно извлечь пользу.

На фоне энтропийного оценивания состояний системы их разнообразие также трактовалось в терминах статистического подхода и связывалось с неопределенностью поведения этой системы. Вводимая в систему информация ограничивала шум и разнообразие ее состояний, в результате чего функционирование системы становилось гораздо определеннее и упорядоченнее. Это обстоятельство позволило в свое время сформулировать тезис о том, что информация — это упорядоченное отражение.

Однако непомерный уровень шума в работе производственной системы вызывает ее дезорганизацию и может угрожать устойчивости системы, если не блокировать его рост. Контролируемое поведение производственной системы удастся сохранять, благодаря наращиванию управляющей информации, способной удерживать работу системы в допустимом режиме. Ведь информация уменьшает разнообразие состояний системы и делает ее поведение более предсказуемым, что и составляет один из основных методов регулирования. При этом шум в системе ведет к увеличению разнообразия состояний системы, но не увеличивает содержащуюся в ней информацию.

Вместе с тем *концепция разнообразия открывает возможность упорядочения состояний, имеющих и нестатистическое происхождение. Как и прежде, под ограничением разнообразия*

подразумевается уменьшение количества различных состояний, сопровождающееся накоплением информации в их последовательности. Но измерение количества информации, находящейся в заданной комбинации состояний производственной системы и лишенной потому случайной закономерности, должно выполняться детерминированными параметрами. Трудность же состоит в том, что объективизация параметров осложняется индивидуальным восприятием их аналитиками и привнесением доли произвола в формализуемые ими функциональные зависимости. И, хотя субъективный подход обычно ассоциируется с потерей строгости, его формальные приемы, как показывает практика, могут быть вполне математическими и конструктивными по своим выводам.

Действительно, факторы среды отнюдь не всегда подчиняются стохастическим закономерностям и могут быть детерминированными по характеру действия. Например, часто предсказуемы или заранее известны номенклатура подлежащих изготовлению изделий, объем и трудоемкость их производства. Привлечение в этом случае вероятностного инструментария к анализу уже сложившейся комбинации состояний производственной системы (хотя совсем устранить влияние случайных возмущений на нее, конечно, невозможно) придаст иную трактовку описываемому явлению и потому встречает методологические возражения.

Учитывая же производственную специфику состояний системы, примем следующее утверждение: разнообразие состояний порождается многотипностью обрабатываемых в ней изделий (заготовок, деталей, узлов, сборочных единиц, готовых изделий) и сменяемостью их изготовления. Комбинация различных производственных работ, имеющих длительность и последовательность во времени, создает определенный режим работы производственной системы и разнообразие ее состояний. При таком подходе *устойчивость поведения производственной системы будет осуществима лишь тогда, когда при нарастающем разнообразии состояний она сохранит свои параметры в допустимых пределах.*

Тем самым в центре исследования оказываются динамика и взаимосвязь параметров упорядочивания состояний и устойчивости производственной системы, позволяющих поддерживать ей намеченный режим функционирования. Отправным

для определения обоих параметров производственной системы служит уровень разнообразия ее состояний. Однако, *если упорядоченность производственной системы предполагает уменьшение этого разнообразия, то устойчивость ее, наоборот, — резервирование состояний для нейтрализации отягочающих воздействий среды.*

Разнообразие состояний складывается под влиянием их различия, и в этом смысле устойчивость производственной системы характеризуется ее способностью «освоить» неоднородные состояния, тогда как предпосылкой упорядоченности работы системы служит однородность их.

Проведем анализ упорядоченности состояний производственной системы, для чего формализуем процесс изменения этих состояний с позиций детерминированного подхода [434]. Для этого в качестве меры упорядоченности состояний производственной системы (ПС) введем функцию¹, оценивающую степень их однородности и зависящую от числа типов и масштабов производства изделий в j -ой ПС (ПС _{j}):

$$h_j = \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2, \quad (6.1)$$

где q_{ij} — масштаб (трудоемкость) производства изделий (заготовок, деталей, узлов, сборочных единиц, готовых изделий) i -го типа в ПС _{j} , нормо-часы;

$$q_j = \sum_{i=1}^{n_j} q_{ij} —$$

масштаб (трудоемкость) производства изделий всех n_j типов в ПС _{j} , нормо-часы; n_j — число изготавливаемых или обрабатываемых типов изделий в ПС _{j} , единиц.

Вполне очевидно, что сумма удельных масштабов производства равна единице:

$$\frac{q_{1j}}{q_j} + \frac{q_{2j}}{q_j} + \dots + \frac{q_{n_j j}}{q_j} = \frac{q_j}{q_j} = 1. \quad (6.2)$$

¹ По виду функция (6.1) совпадает с индексом Херфиндала (Herfindahl), который иногда в литературе называют индексом Херфиндала–Хиршмана (Herfindal-Hirshman index) [469, с. 162], и в ряде работ отечественных экономистов (Е.М. Карлик и Я.Ш. Гельгор [156], Р.М. Петухов и Е.С. Лазуткин [301] и др.) этот показатель предложен для оценки уровня специализации производства. В прил. 3 вынесены формализованный вывод функции h_j для оценки упорядоченности и однородности состояний производственной системы и доказательства излагаемых ниже ее свойств.

Функция h_j симметрична, выпукла, ее значения $h_j \in (0, 1]$ и меняются непрерывно. При этом ее максимум

$$h_{j\max} = 1 \quad (6.3)$$

приходится на изготовление $n_j = 1$ типа изделий, а минимальное значение

$$h_{j\min} = n_j^{-1} \quad (6.4)$$

примечательно тем, что не зависит от удельных масштабов производства q_{ij}/q_j , когда они совпадают, и определяется лишь заданным числом n_j типов изделий.

Такое свойство функции h_j является для нас полезным и в этом отношении сближает ее с показателем энтропии, который, как известно, тоже не зависит от вероятностей исходов, когда они одинаковы, и количественно определяется лишь числом возможных исходов. Значения и функции h_j и показателя энтропии у К. Шеннона (С. Shannon) всегда положительны.

Интересно, что некоторые черты изменения функции h_j подобны энтропии, правда, имеют противоположную направленность, о чем свидетельствуют графики их показателей (рис. 6.1).

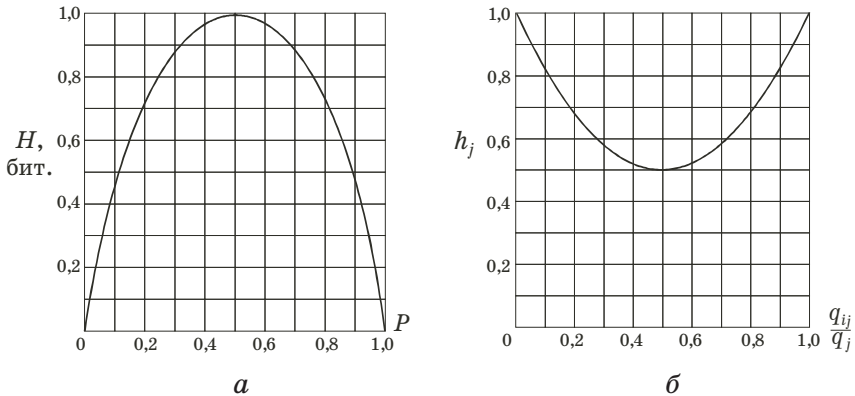


Рис. 6.1. Графики функций энтропии H (а) и упорядоченности h_j (б) для случая двух возможных исходов или состояний системы

Во-первых, с выравниванием удельных масштабов производства q_{ij}/q_j функция h_j уменьшается, тогда как показатель энтропии с выравниванием вероятностей исходов увеличивается. Во-вторых, в упомянутом выше случае (при одинаковых

удельных масштабах производства q_{ij}/q_j) функция h_j при заданном n_j имеет минимум, а энтропия при одинаковых вероятностях и заданном числе исходов — максимум. И, в-третьих, функция h_j достигает своего максимального предела (1,0) при $n_j = 1$, в то время как энтропия в аналогичной ситуации (при единственной вероятности, равной единице) достигает своего минимального предела (0,0).

Продолжим анализ функции h_j . Существование неснижаемого минимального предела (6.4) подводит к мысли о том, что при фиксированном n_j для последовательности состояний характерна некая начальная упорядоченность h_{j_0} , формально отождествляемая с тем же выражением:

$$h_{j_0} = h_{j_{\min}} = n_j^{-1}. \quad (6.5)$$

Отсюда можно сформулировать первый вывод относительно изменения величины начальной упорядоченности состояний производственной системы.

Вывод 1. По мере увеличения числа n_j типов изделий начальная упорядоченность h_{j_0} состояний $ПС_j$ уменьшается и при $n_j \rightarrow \infty$ величина ее стремится к нулю: $h_{j_0} \rightarrow 0$.

Между тем в конкретном случае упорядоченность состояний $ПС_j$ необязательно должна быть наименьшей: в зависимости от величин n_j и дробей q_{ij}/q_j значение h_j (6.1) может быть и иным, но при этом всегда $h_j \geq h_{j_0}$.

Уместно предположить, что случай строгого неравенства $h_j > h_{j_0}$ соответствует наличию среди состояний $ПС_j$ **дополнительной** упорядоченности, которая введена в $ПС_j$ (обозначим ее Δh_{jB}) и численно равна разности между ними

$$\Delta h_{jB} = h_j - h_{j_0} = h_j - n_j^{-1} \quad (6.6)$$

с учетом равенства (6.5).

Переписав эту формулу относительно h_j , получим сумму:

$$h_j = n_j^{-1} + \Delta h_{jB} \quad (6.7)$$

и сформулируем следующий вывод.

Вывод 2. При равных условиях относительно Δh_{jB} ($\Delta h_{jB} = const$) упорядоченность состояний $ПС_j$ будет возрастать при уменьшении находящихся в ней в производстве различных типов изделий (n_j). Верно и обратное: увеличение числа n_j типов изделий при тех же условиях ведет к уменьшению упорядоченности состояний $ПС_j$.

Рассматривая полученные выводы под углом зрения устойчивости $ПС_j$, можно заметить, что для ее обеспечения система должна обладать способностью изготовления достаточного числа типов изделий, что не противоречит необходимости минимизировать число *фактически* запускаемых в производство типов изделий.

Если возможность уменьшения n_j исчерпана, то дальнейшее упорядочение состояний $ПС_j$ проводится посредством «ввода в действие» другого слагаемого (6.7) Δh_{jB} , для чего укажем на третий вывод.

Вывод 3. Дополнительное упорядочение ($\Delta h_{jB} \rightarrow 1$) при неизменном n_j ($n_j = const$), согласно (6.6), имеет место в процессе максимизации h_j ($h_j \rightarrow 1$) за счет группирования масштабов производства q_{ij} в сторону наращивания времени изготовления одних и сокращения времени производства других типов изделий.

Это означает целенаправленный переход к доминированию ограниченного числа различных состояний в $ПС_j$ или в терминах экономики повышение концентрации производства. В этом случае в черед состояний системы появляются преобладающие, что придаст им больше повторяемости и стабильности.

Логично найти относительную величину введенной упорядоченности Δh_{jB} , т.е. сравнить ее с достигнутой упорядоченностью состояний $ПС_j$. Поскольку общая упорядоченность оценивается величиной h_j , долю введенной упорядоченности оценим отношением:

$$\frac{\Delta h_{jB}}{h_j} = 1 - (n_j h_j)^{-1},$$

принимая во внимание (6.6).

Вывод 4. Приближение $\Delta h_{jB} \rightarrow h_j$ имеет место при монотонном увеличении произведения $n_j h_j$. Во всяком случае необходимо, чтобы выполнялось условие $n_j h_j \gg 1$ или равносильное ему $h_j \gg n_j^{-1}$.

Толкование упорядоченности состояний $ПС_j$ со статистической точки зрения дает возможность уточнить выводы 1–3. Принимая во внимание свойство (6.2), среднеарифметическое величин q_{ij}/q_j равно n_j^{-1} , и потому несмещенная оценка их дисперсии определяется выражением:

$$S_j^2 = \frac{1}{n_j - 1} \sum_{i=1}^{n_j} \left(n_j^{-1} - \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2.$$

Раскрыв скобки, а затем суммируя и учитывая (6.1) и (6.2), найдем равносильное:

$$S_j^2 = \frac{h_j - n_j^{-1}}{n_j - 1}. \quad (6.8)$$

Вывод 5. С выравниванием масштабов изготовления изделий q_{ij} (при $q_{1j} = q_{2j} = \dots = q_{ij} = \dots = q_{n_j j}$) и любом $n_j > 1$ величина дисперсии по определению принимает нулевое значение: $S_j^2 = 0$. В соответствии с (6.8) этому отвечает случай $h_j = n_j^{-1}$, т.е. наличия в ПС_j лишь начальной (минимальной) упорядоченности h_{j_0} (6.5) и отсутствия в ней введенной Δh_{jB} (6.6).

Далее, замечая совпадение числителя дроби (6.8) и разности (6.6), придем к формуле:

$$\Delta h_{jB} = (n_j - 1) S_j^2. \quad (6.9)$$

Вывод 6. Чем значительнее разброс масштабов изготовления изделий q_{ij} при заданном $n_j > 1$, тем больше и количество Δh_{jB} введенной в ПС_j упорядоченности.

Обратим внимание на следующее характерное положение. До сих пор без обсуждения предполагалось, что для производственных систем соблюдается условие, которое можно рассматривать как аксиому постоянства совокупной **упорядоченности** и **неупорядоченности** ее состояний: изменение одной из них влечет за собой изменение другой в противоположном направлении, но в равной мере, а именно: приращение упорядоченности на какую-либо величину означает убывание неупорядоченности состояний на такую же величину, и, наоборот, рост неупорядоченности состояний сопровождается уменьшением их упорядоченности в той же численной мере. Для развиваемого нами подхода такой принцип верен и получает не только содержательное, но и математическое подтверждение (см. § 6 прил. 3). Тем самым и *формализованный анализ дает основание для заключения о том, что сумма показателей упорядоченности h_j и неупорядоченности (обозначим его символом h'_j) состояний системы по формуле (16) прил. 3 есть всегда величина постоянная и равна 1:*

$$h_j + h'_j = 1. \quad (6.10)$$

В практическом отношении это равенство удобно тем, что освобождает от необходимости в вычислении одного из показателя (h_j или h'_j), когда известен другой (соответственно h'_j или h_j). Ведь для определения величины какого-либо из них (например, h'_j) достаточно располагать значением парного с ним показателя (в данном случае h_j), дополняющего h'_j до единицы. Поэтому такое правило можно назвать *принципом достаточности*, который, благодаря свойству постоянства суммы показателей упорядоченности и неупорядоченности состояний производственной системы позволяет обойтись знанием лишь одного из них. По существу, в статистическом подходе принят близкий по смыслу негэнтропийный принцип информации Л. Бриллюэна (L. Brillouin), о котором шла речь в § 5.4, и утверждающий, что при введении в систему информации ее энтропия уменьшается, а негэнтропия увеличивается на одну и ту же величину количества вводимой информации. Поскольку с философских позиций информация выражает упорядоченное отражение, а шум неупорядоченное отражение, свойство постоянства количества информации и шума было представлено как закон сохранения отражения в замкнутой системе (И.Б. Новик [280, с. 127]).

Вывод 7. Для производственных систем справедлив принцип достаточности, согласно которому совокупная величина упорядоченности и неупорядоченности ее состояний не меняется и численно всегда равна единице, что имеет аналогию и в статистической трактовке поведения системы.

Воспользуемся этим правилом. Заметим, что при заданном n_j максимальный предел неупорядоченности с учетом (6.4) и (6.10) определяется выражением:

$$h'_{j\max} = 1 - h_{j\min} = 1 - n_j^{-1}. \quad (6.11)$$

Принимая теперь в соответствии с (6.10) величину $h'_j = 1 - h_j$, найдем, что разность между $h'_{j\max}$ (6.11) и h'_j

$$h'_{j\max} - h'_j = h_j - n_j^{-1} = \Delta h_{jB} \quad (6.12)$$

как и следовало ожидать, есть введенная в $ПС_j$ упорядоченность состояний Δh_{jB} (6.6).

Это выражение подчеркивает, что степень упорядоченности $ПС_j$ будет тем выше, чем меньше в ней неупорядочен-

ность состояний h'_j по сравнению с максимально возможной неупорядоченностью $h'_{j\max}$.

Относительный уровень упорядоченности U_j состояний $ПС_j$ оценим по аналогии с принятым в теории систем выражением [474, с. 161]:

$$U_j = 1 - \frac{h'_j}{h'_{j\max}}.$$

Смысл его ясен: при отсутствии в $ПС_j$ неупорядоченности ($h'_j = 0$) этот уровень достигает максимального значения $U_j = 1$, и, наоборот, при текущем значении $h'_j = h'_{j\max}$ он снижается до минимума: $U_j = 0$.

Видим также, что, принимая во внимание (6.12),

$$U_j = 1 - \frac{h'_j}{h'_{j\max}} = \frac{h'_{j\max} - h'_j}{h'_{j\max}} = \frac{\Delta h_{jB}}{h'_{j\max}}, \quad (6.13)$$

и уровень U_j показывает отношение введенной в $ПС_j$ упорядоченности к максимальному значению неупорядоченности. С помощью формул (6.9) и (6.11) придадим полученной зависимости иной вид:

$$U_j = n_j S_j^2. \quad (6.14)$$

Вывод 8. Относительный уровень U_j упорядоченности состояний $ПС_j$ при фиксированном $n_j > 1$ прямо пропорционален величине разброса масштабов S_j^2 производства q_{ij} и равен нулю при отсутствии такового ($S_j^2 = 0$). Последнее, согласно выводу 5, соответствует наличию в $ПС_j$ только начальной (минимальной) упорядоченности.

Вместе с тем, исходя из определения уровня U_j (6.13), а также (6.11) и (6.12), можно выражение для него записать и так:

$$U_j = \frac{\Delta h_{jB}}{h'_{j\max}} = \frac{n_j h_j - 1}{n_j - 1}.$$

Вывод 9. Сохранение уровня упорядоченности U_j состояний $ПС_j$ при нарастающем $n_j > 1$ достижимо в том случае, если величина h_j компенсирует увеличение n_j многообразия типов изделий. Необходимым условием повышения уровня U_j служит приближение значения $h_j \rightarrow 1$.

Резюме состоит в том, что повышение упорядоченности состояний производственной системы правомерно рассматри-

вать с точки зрения ввода в систему полезной информации, понимаемой не только в статистическом, но и нестатистическом измерении. Поэтому вероятностная и детерминированная трактовки информации и упорядоченности состояний производственных систем отражают две грани производственного процесса и поэтому не входят в противоречие, а взаимодополняют друг друга и дают более полное представление о заключенном в нем объеме информации. В философском аспекте оба подхода могут быть объяснены в рамках концепции разнообразия, исходящей из свойства различия элементов некоторого множества как источника полезных сведений о них — информации об этом множестве. Вот почему эта концепция выступает общей методологической базой для аргументации как вероятностной, так и детерминированной трактовки количества информации и степени порядка в производственном процессе.

При этом примечательно то, что для производственной системы соблюдается принцип достаточности, который устанавливает постоянство совокупной величины упорядоченности и неупорядоченности ее состояний, что имеет аналогию с негэнтропийным принципом информации в кибернетике и вписывается в излагаемый детерминированный подход, подводя под него логические основания.

6.2. Разнообразие состояний системы как обобщение меры их неоднородности и нерегулярности

Вообще говоря, рассматриваемая в широком (в том числе и нестатистическом) смысле, свойство неоднородности проявляет себя и в упорядоченных, и в неупорядоченных структурах. Упорядоченная структура систем более «кристаллизована», нежели неупорядоченная, потому что имеет больше связанных между собой элементов. Вследствие этого производственные системы больше оказывают непосредственное влияние на поведение друг друга и тем самым ограничивают разнообразие их возможных состояний, что, в свою очередь, повышает организованность поведения производственных систем в целом.

Вкупе с параметром однородности необходимо учитывать и периодичность смены явлений, степень их повторяемости

во времени, которая раскрывает закономерность протекания процессов в производственной системе и сообщает о мере порядка в ее поведении. Тем самым *однородность и регулярность состояний системы определяют режим ее функционирования и количество информации, содержащейся в последовательности этих состояний.*

Понятно, что в производственном процессе непосредственный труд создает пространственно-временную структуру: во взаимосвязи средств и предметов труда складывается маршрут перемещения предметов по рабочим местам, время выполнения деталиеопераций на рабочих местах, межоперационное время прослеживания изделий и т.д. Между тем было выяснено, что разнообразие состояний эволюционирующих производственных систем характеризуется не только количеством этих состояний, но и их качественной спецификой, в том числе продолжительностью состояний и степенью их ритмичности. Поэтому, наряду с параметром *однородности* оказалось необходимым ввести параметр *регулярности*, улавливающий меру сходства длительностей состояний и размеренность их чередования (см. прил. 3) и, кроме того, оценивающий упорядоченность работы производственной системы и количество информации, которое несет в себе комбинация ее состояний.

Правомерно принять, что состояния j -ой производственной системы ($ПС_j$) однородны при производстве в ней однотипных изделий. Неоднородность ее состояний (обозначим R'_{oj}) появляется с изготовлением в $ПС_j$ двух и более типов изделий и усиливается по мере того, как превалирование производства какого-либо из них уступает выравниванию масштабов (трудоемкости) производства изделий всех типов. Нерегулярность состояний такой производственной системы (обозначим R'_{pj}), наоборот, порождается расхождением масштабов производства, что ведет к смене состояний системы через неодинаковые промежутки времени, и она тем больше, чем заметнее отличаются масштабы производства изделий разных типов.

В прил. 3 (§ 5 и 7) читатель найдет вывод математических выражений для показателей неоднородности R'_{oj} (формула (13)) и нерегулярности R'_{pj} (формула (18)) состояний $ПС_j$:

$$R'_{oj} = 1 - h_j, \quad (6.15)$$

$$R'_{pj} = h_j - n_j^{-1}. \quad (6.16)$$

Легко проверить, что значения этих показателей отвечают нашим представлениям о степени неоднородности и нерегулярности состояний $ПС_j$. Действительно, при изготовлении в $ПС_j$ изделий одного типа ($n_j = 1$), согласно (6.3), $h_j = 1$ и поэтому по (6.15) и (6.16) $R'_{oj} = R'_{pj} = 0$, т.е. неоднородность и нерегулярность состояний $ПС_j$ минимальны (рис. 6.2).

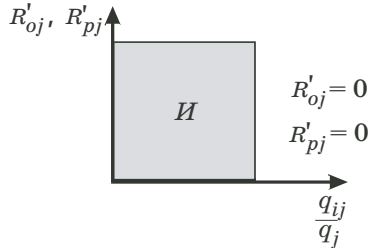


Рис. 6.2. Минимальные значения неоднородности и нерегулярности состояний системы при изготовлении в ней изделий I одного типа

В данном случае $ПС_j$ пребывает в совершенно одинаковых состояниях, и это дает право условно принять, что она находится в одном и том же состоянии, поскольку разнообразие состояний в ней отсутствует. Если в $ПС_j$ масштабы производства изделий всех n_j типов равны между собой ($q_{1j} = q_{2j} = \dots = q_{ij} = \dots = q_{n_jj}$), в ней происходит ритмичная (через равные промежутки времени) смена состояний системы (рис. 6.3).

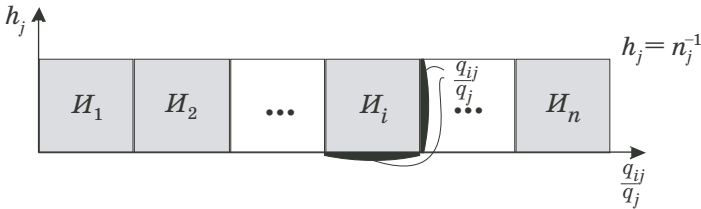


Рис. 6.3. Максимальная величина неоднородности и минимальная величина нерегулярности состояний системы при изготовлении в ней изделий $I_1 - I_n$ множества типов и одинакового масштаба производства

Понятно, что тогда неоднородность R'_{oj} (6.15) состояний $ПС_j$ с увеличением числа типов изделий ($n_j \rightarrow \infty$) максимизируется и стремится к единице, так как по (6.4) $h_{j\min} = n_j^{-1} \rightarrow 0$.

Однако нерегулярность состояний R'_{pj} (6.16) при этом имеет наименьшее нулевое значение ($R'_{pj} = 0$) вследствие того, что $h_j = n_j^{-1}$ по тому же свойству (6.4) функции h_j .

Далее. Снижение неоднородности и повышение нерегулярности состояний $ПС_j$ связано с прогрессирующим расхождением масштабов производства значительного числа типов изделий (рис. 6.4).

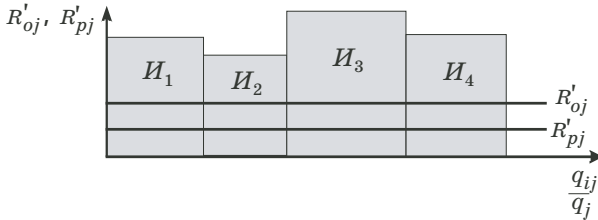


Рис. 6.4. Снижение величины неоднородности и повышение величины нерегулярности состояний системы при изготовлении в ней нарастающего множества типов изделий, отличающихся масштабом производства

При этом, чем больше разброс масштабов производств q_{ij} и потому $h_j \rightarrow 1$, с одной стороны, чем больше в данном случае изготавливается типов изделий ($n_j \rightarrow \infty$, а $n_j^{-1} \rightarrow 0$), с другой, тем по (6.15) меньше показатель неоднородности $R'_{oj} \rightarrow 0$, зато, согласно (6.16), величина нерегулярности растет и $R'_{pj} \rightarrow 1$.

Выражая оценки неоднородности R'_{oj} и нерегулярности R'_{pj} состояний $ПС_j$ через функцию h_j , приходим к следующему обобщению: учитывая, что в соответствии с (6.3) $h_{j\max} = 1$, выражение для R'_{oj} (6.15) можно записать в виде:

$$R'_{oj} = 1 - h_j = h_{j\max} - h_j, \quad (6.17)$$

т.е. неоднородность состояний $ПС_j$ равна разности между максимальным и имеющимся значением h_j .

Аналогично, поскольку, согласно (6.4) $h_{j\min} = n_j^{-1}$, формулу для показателя нерегулярности R'_{pj} состояний $ПС_j$ (6.16) запишем:

$$R'_{pj} = h_j - n_j^{-1} = h_j - h_{j\min} \quad (6.18)$$

как разность между имеющимся и минимальным значением функции h_j .

Допуская известное упрощение и исходя из того, что разнообразие состояний $ПС_j$ определяется их неоднородностью и

нерегулярностью, можно провести условную оценку разнообразия R_j этих состояний.

Сложив арифметически R'_{oj} и R'_{pj} и их выражения (6.17) и (6.18), получим с учетом (6.4) суммативную величину разнообразия R_j :

$$R_j = R'_{oj} + R'_{pj} = h_{j\max} - h_{j\min} = 1 - n_j^{-1}. \quad (6.19)$$

Этот результат подчеркивает связь с кибернетической трактовкой разнообразия, признающей количество разнообразия зависимым лишь от числа отличающихся состояний, в данном случае числа n_j типов изготавливаемых в производственной системе изделий.

Наглядное изображение величин R'_{oj} (6.17), R'_{pj} (6.18) и R_j (6.19) на числовой оси $[0,1]$ можно представить графически (рис. 6.5):

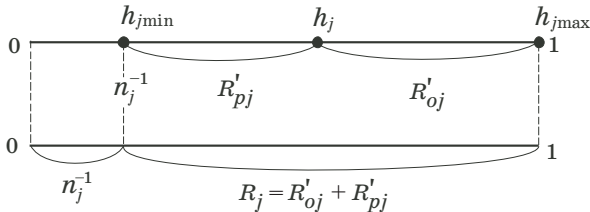


Рис. 6.5. Изображение величин R'_{oj} , R'_{pj} и R_j на числовой оси

6.3. Симбиоз вероятностного и детерминированного способов и принцип дополнительности в анализе поведения производственной системы

Органическое единство обоих — статистического (вероятностного) и нестатистического (детерминированного) — подходов вытекает из природы производственного процесса, и применение их в комплексе к анализу организованности производственных систем может рассматриваться как симбиоз этих подходов и приложение физического *принципа дополнительности* к экономическим исследованиям.

Не вдаваясь в подробности истории обоснования этого принципа, отметим лишь, что своим появлением он обязан Н. Бору (N. Bohr) в период бурного развития квантовой механики атомных систем, когда стала очевидной двойственность

свойств света как корпускул (частиц) и волны. Казавшиеся на первый взгляд несовместимыми и парадоксальными, подобные представления о свете на самом деле были объективными и отражали целостную картину микромира.

Чтобы понять принцип дополнительности, обратимся к рассуждению одного из создателей квантовой механики, исследования которого имели главенствующее значение для постулирования Н. Бором (N. Bohr) этого принципа, — В. Гейзенберга (W. Heisenberg). «Применение понятия «волна материи» целесообразно в том случае, если речь идет об излучении атома. Излучение, обладая определенной частотой и интенсивностью, дает нам информацию об изменяющемся распределении зарядов в атоме; при этом волновая картина ближе стоит к истине, чем корпускулярная, — объяснял он. — Поэтому Бор советовал применять обе картины. Их он назвал дополнительными»¹ [93, с. 22].

Проблема осложнялась тем, что взятые порознь и корпускулярное, и волновое толкование атома не вызывали сомнений, потому что соответствовали результатам экспериментов. Но когда они рассматривались не в отдельности, а в единстве, то противоречили друг другу как несовместимые. Продолжим цитирование В. Гейзенберга (W. Heisenberg): «Обе картины, естественно, исключали друг друга, так как определенный предмет не может в одно и то же время быть и частицей (то есть субстанцией, ограниченной в малом объеме) и волной (то есть полем, распространяющимся в большом объеме). Но обе картины дополняют друг друга. Если использовать обе картины, переходя от одной к другой и обратно, то в конце концов получится правильное представление о примечательном виде реальности, который скрывается за нашими экспериментами с атомами» [93, с. 22].

Такое далеко нетривиальное суждение, которое выходило за рамки «обычного» мировоззрения, поражало своей необыч-

¹ Самому В. Гейзенбергу (W. Heisenberg) принадлежит заслуга в открытии в квантовой механике принципа неопределенности, связанного с принципом дополнительности, согласно которому невозможно с одинаковой точностью измерить координаты и импульс микроскопической системы. Известен также принцип неопределенности Д. Габора (D. Gabor), гласящий, что одновременно провести анализ физического сигнала по времени и частоте можно лишь с некоторой ограниченной точностью.

ностью и казалось обманчивым. Но *физические эксперименты неопровержимо свидетельствовали: только «взаимоисключающие» и вместе с тем дополняющие друг друга явления могут привести к правильному пониманию картины микромира, что имело революционное значение для науки того времени.* Словом, приходилось мыслить уже не категориями типа «или одно, или другое», а категориями «как то, так и другое», хотя они на первый взгляд кажутся абсолютно противоположными и несовместимыми. Впоследствии этот дуализм нашел и философскую поддержку, демонстрируя сложность и многогранность описания природных систем. «Понятие дополнительности заявляет о себе, — писал коллега Н. Бора (N. Bohr) по исследованию квантовой механики Л. Розенфельд (L. Rosenfeld), — как только мы начинаем размышлять, например, над психическим опытом нашей повседневной жизни и становимся перед выбором между двумя различными точками зрения, которые, хотя взаимно и исключают друг друга, но, взятые в отдельности, могут быть справедливыми... В этом случае мы можем двояко подойти к объяснению одного и того же явления; мы располагаем двумя одинаково существенными возможностями приблизиться к полному пониманию явления, хотя они взаимно и исключают друг друга» [60, с. 68].

За физической стороной принципа дополнительности просматривается ключевой для нас методологический аспект явления [453]. Чем ценен для нашей проблематики симбиоз вероятностного и детерминированного подходов и принцип дополнительности?

Во-первых, он убедительно подтверждает еще раз, что реальный мир богаче наших познавательных возможностей и арсенала аналитических способов. Язык описания явлений природы страдает ограниченностью, поскольку объективно не дает полного представления о них.

Во-вторых, подобная неполнота отражения явлений оправдывает применение не одного, а ряда описательных средств, каждый из которых выражает значимую сторону изучаемого явления, а вместе дают возможность приблизиться к более емкому его пониманию.

В-третьих, кажущееся взаимоисключение применяемых описательных средств не должно служить препятствием для их использования в научном поиске и поводом для того, что-

бы отвергнуть такое описание как несостоятельное, с точки зрения «здорового смысла». Поспешное «изгнание» парадоксальных приемов, которые идут вразрез с укоренившимися исследовательскими подходами, впоследствии могут быть признаны ошибочными в рамках новой парадигмы.

Вернемся к обсуждению разнообразия состояний системы, которое ранее трактовалось в терминах статистического подхода и связывалось с неопределенностью поведения этой системы. Воспользуемся формализованными выше оценками параметров неоднородности и нерегулярности состояний производственной системы, полагая, что с увеличением их неоднородности и нерегулярности повышается и разнообразие ее состояний.

При введении функции h_j (6.1) был проведен сравнительный анализ с показателем энтропии и обращено внимание на ее характерное свойство: максимум (6.3) величины функции h_j приходится на изготовление в $ПС_j$ изделий одного типа, а стремление к минимуму (6.4) вызывается увеличивающимся количеством n_j различных типов изготавливаемых изделий и выравниванием величин q_{ij} трудоемкости их производства (см. § 4 в прил. 3), когда в $ПС_j$ нет доминирующих состояний. Такое положение производственной системы, когда масштабы производства изделий множества типов совпадают (см. рис. 6.3), подобно равновесному, при котором балансируются все взаимодействия в системе и устраняются различия в свойствах состояний системы. С энтропийных позиций равновесие системы также предполагает одинаковую вероятность ее состояний, что не позволяет выделить в их комбинации каких-либо специфических состояний¹.

Сходство вероятностного и детерминированного подходов просматривается в том, что упорядочение состояний в производственной системе достигается введением в их последовательность полезной информации, которая придает поведению системы больше отличительных черт: появлению в их калейдоскопе некоторых преимущественных изделий, с точки зрения загрузки ими производственной системы. Для

¹ Подтверждаем, что и в статистической физике равномерное распределение молекул в некотором «ящике» (изолированный идеальный газ) предельно случайно, беспорядочно и отвечает равновесному, тогда как неравномерное распределение молекул — упорядоченному состоянию.

этого проводится концентрация производства близких по конструктивно-технологическим параметрам изделий (распространенный в организации машиностроительного производства групповой метод обработки), что ведет к наращиванию упорядочения состояний производственной системы (см. вывод 3 в § 6.1). В этом контексте *отрицательная энтропия* — H (*негэнтропия*) и *однородность состояний системы подобны друг другу и сообщают об упорядоченности ее поведения: чем больше в ней негэнтропия и однородность состояний, тем выше организованность системы.*

Аналогия со статистическим подходом прослеживается и дальше. Как энтропия поглощает информацию и в системе происходит ее накопление, так и неоднородность состояний хранит в себе нестатистическую информацию. «Всякая неоднородность несет с собой какую-то информацию», — находим уместное для наших рассуждений мнение В.М. Глушкова [101, с. 53]. В самом деле, ведь наше внимание привлекают не столько обыденные массовые явления, сколько на их фоне особенные и уникальные, что дает новую информацию о наблюдаемом процессе.

Обратимся теперь к формализации приведенных рассуждений. Найдем соотношение показателей неоднородности R'_{oj} состояний $ПС_j$ и максимального его значения $R'_{oj\max}$. Для этого из (6.15) получим, что $R'_{oj\max} = 1 - h_{j\min}$, а затем разделим R'_{oj} (6.15) на выражение для $R'_{oj\max}$

$$\frac{R'_{oj}}{R'_{oj\max}} = \frac{1 - h_j}{1 - h_{j\min}}$$

и, пользуясь разложением показательной функции в степенной ряд, заменим числитель и знаменатель дроби их приближениями: $1 - h_j \approx e^{-h_j}$ и $1 - h_{j\min} \approx e^{-h_{j\min}}$, в результате чего дробь преобразуется следующим образом:

$$\frac{R'_{oj}}{R'_{oj\max}} \approx \frac{e^{-h_j}}{e^{-h_{j\min}}} = e^{-(h_j - h_{j\min})}. \quad (6.20)$$

Что закономерно? Полученный, исходя из нестатистических представлений, результат выкладок по своей математической конструкции повторяет статистический (5.1) с той поправкой, что он оценивает неоднородность R'_{oj} состояний относительно максимальной $R'_{oj\max}$, в то время как в выражении (5.1) неупо-

рядоченность V соизмеряется с начальной неупорядоченностью V_* . В обеих формулах (5.1) и (6.20) *существенен экспоненциальный характер зависимости и связь неупорядоченности V и неоднородности R'_{oj} с идентичными разностями $H_* - H$ и $h_j - h_{j\min}$ соответственно*. И это понятно: ведь максимальная неоднородность состояний $R'_{oj\max}$ подразумевает выравнивание масштабов производства (равновесие системы) и характеризуется лишь начальной (минимальной) упорядоченностью состояний $h_{jo} = h_{j\min}$ (см. вывод 5 в § 6.1), что отвечает величине исходной неупорядоченности V_* в энтропийной интерпретации. Учитывая же ограниченность изменения величины R'_{oj} (6.15), выражение (6.20) согласуется с точкой зрения В.А. Трапезникова о том, что кривая, связанная с переработкой информации и имеющая предел, — это в большинстве случаев экспонента.

Между тем, наряду с измерением степени неоднородности состояний $ПС_j$, напомним, появляется необходимость в оценке и степени их нерегулярности. В этом отношении, замечая совпадение разности (6.18) и показателя степени выражения (6.20), в итоге приходим к заключению о том, что для него имеет место примерное равенство:

$$\frac{R'_{oj}}{R'_{oj\max}} \approx e^{-R'_{pj}}. \quad (6.21)$$

Сходство выражений (5.2) и (6.21) и показателей степени при них ($-I/a$ и $-R'_{pj}$ соответственно), в свою очередь, наводит на мысль относительно нестатистической информации, содержащейся в комбинации состояний производственной системы: *эта информация есть не что иное, как нерегулярность состояний этой системы. Тем самым понятия введенной информации в систему и существующей нерегулярности ее состояний становятся по формальным соображениям аналогами, отражая свойство нерегулярности фиксировать в себе разнообразие состояний в зависимости и от типов изделий и профиля загрузки производственной системы. Такой нестатистический подход к анализу упорядоченности состояний системы придает достаточную полноту вероятностно-детерминированным представлениям об организованности введения производственной системы.*

При этом важно иметь в виду, что выражение (6.21) *констатирует сходство информации и нерегулярности состоя-*

ний системы в большей мере в познавательном аспекте, чем сугубо математическом. Допущенные при его выводе упрощения, связанные с разложением показательных функций в степенной ряд, в некоторых ситуациях могут привести к значительным расхождениям между левой и правой частями примерного равенства (6.21), вследствие чего оно носит, главным образом, концептуальный характер.

В завершение подчеркнем, что ценность симбиоза вероятностного и детерминированного подходов и применения принципа дополнительности в исследовании организованности производственных систем должна быть продемонстрирована не только итогами содержательного и формального анализа, но и его приложениями в практической деятельности управленческого персонала предприятий.

7. КОНЦЕПЦИЯ, МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТЬЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

7.1. Предпосылки построения и функции системы управления устойчивостью предприятия

Открытое влиянию внешних и внутренних возмущений, предприятие испытывает натиск бурного потока перемен, в результате чего его поведение отклоняется от заданного режима и тем самым подвергается риску потери устойчивости. Дрейф и удаление предприятия от выбранной траектории движения могут быть чреваты не только мало предсказуемыми последствиями, но и истощением ресурсов его производственных систем и завершением их жизненного цикла.

Трансформационные риски, давящие над деятельностью промышленных предприятий, весьма многообразны и среди них прежде всего:

- колебания платежеспособного спроса по целому ряду причин (изменение покупательских предпочтений, обострение конкуренции и др.);
- перебои в поставках сырья, материалов, комплектующих, энергии, финансовых средств и других потребляемых ресурсов, ввиду чего появляется аритмия производственного процесса и уменьшается объем изготавливаемой продукции;
- подорожание этих ресурсов, ведущее к росту себестоимости и цены продукции, а значит, и к возможной потере части покупателей и объема продаж;
- низкая конкурентоспособность продукции, что ухудшает возможности ее сбыта, возмещения затрат и притока прибыли от реализации продукции;
- неплатежеспособность покупателей продукции, из-за чего страдает пополнение собственного капитала предприятия и нарастает «перекос» в его финансовых ресурсах в сторону заемных средств;
- дефицит информационного ресурса предприятия о ситуации на рынке, в связи с чем еще больше ограничивается его способность к эффективному маневрированию эпизодически возобновляемыми ресурсами.

Но, как известно, благодаря адаптивному поведению, предприятие имеет возможность реагировать на помехи внешней и внутренней среды и вести подстройку ключевых параметров для корректировки траектории своего поведения.

Рассуждая о *помехоустойчивости* предприятия, необходимо предпринять усилия для исключения возможности разрушения передаваемой, обрабатываемой и накапливаемой на предприятии информации. Поэтому на практике добиваются снижения уровня шума в информационном потоке, из-за влияния которого направляемые сведения могут быть потеряны или искажены. Уместно в этом отношении обратиться к проблемам борьбы с помехами в технической сфере. Заметим, что теоретик учения о потенциальной помехоустойчивости средств связи В.А. Котельников выделял следующие помехи радиоприему:

А. Синусоидальные помехи в виде одного или конечного, обычно небольшого, числа синусоидальных колебаний (помехи от паразитного излучения радиостанций).

В. Импульсные помехи в виде одиночных импульсов, появляющиеся один за другим через такие большие промежутки времени, что нестационарные явления в радиоприемнике от одного импульса успевают практически затухнуть к моменту прихода следующего импульса (атмосферные помехи, помехи от электрических приборов).

С. Нормально флюктуационные (гладкие) помехи, состоящие также из отдельных импульсов, но возникающих один за другим настолько часто через случайные промежутки времени, что нестационарные явления в приемнике от отдельных импульсов накладываются друг на друга в таком виде, что к ним можно применить законы больших чисел теории вероятностей (ламповые шумы, шумы от теплового движения электронов в контурах и др.).

Д. Импульсные помехи промежуточного типа, когда нестационарные явления в радиоприемнике от отдельных импульсов хотя и накладываются друг на друга, но не в таком большом количестве, чтобы к ним можно было применить с достаточной точностью законы больших чисел. Это промежуточный случай между случаями В и С [191].

Понятно, что эти помехи специфичны и относятся к техническим системам. Вместе с тем выдвинем гипотезу о том, что и в области экономики можно обнаружить сходные по харак-

теру действия помехи поведения производственных систем, для чего проиллюстрируем примерами соответствующие возмущения.

За синусоидальные помехи (группа А), в частности, можно принять периодические колебания показателей спроса, вынуждающие предприятия приспосабливаться к его волнообразной тенденции и нести потери из-за неравномерности загрузки производственного персонала и парка оборудования.

Импульсные помехи в виде одиночных импульсов (группа В) занимают полярно противоположное место в смысле стационарности появления относительно помех первой группы и в хозяйственной деятельности представляют собой возникающие время от времени заметные всплески цен на потребляемые ресурсы (нефтепродукты, электроэнергию и др.). Несмотря на значительный темп изменений, благодаря продолжительным интервалам между всплесками предприятиям удается адаптироваться к ценовому фактору и восстановить в той или иной мере приемлемый режим работы. Так было, например, при взвинчивании цен на нефть на мировом рынке из-за развязывания войны с Ираком или решении стран ОПЕК о резком сокращении ее добычи.

Нормально флюктуационные (гладкие) помехи (группу С) отличает сравнительная частота и регулярность и в экономическом аспекте напоминают колебания в ритме технологического процесса изготовления продукции, вызванные разного рода причинами (сбои в межцеховых потоках заготовок, деталей и т.п., выход из строя оборудования, болезни работников и др.).

Наконец, импульсные помехи промежуточного типа (группа D) дают о себе знать при срывах в поступлении ресурсов, которые довольно ощутимы для хозяйствования предприятия, но происходят реже, чем предыдущие помехи. Ими, по-видимому, являются аперiodические крупные неплатежи покупателей за приобретенную продукцию (дебиторская задолженность), накладки в выполнении заказов на выпуск продукции, что приводит к перегрузкам в отдельные периоды работы предприятия и др.

Предложенная группировка помех нормальному поведению производственных систем, разумеется, весьма условная, как и любая подобная классификация. Назначение ее в том, что она дает представление о спектре возмущений и пред-

лагает принцип их упорядочивания, допуская возможность уточнения и введения дополнительных классификационных групп по мере накопления аналитического материала. Тем самым обогащается методология и инструментарий разработки и функционирования производственных систем, что способствует повышению их устойчивости в турбулентном потоке внешних возмущений.

Ранее речь шла о том, что рыночная ситуация в будущем лишь осложнится, поскольку наша индустрия начнет ощущать еще больше воздействия со стороны западных товаропроизводителей. Вступление России в ВТО и глобализация хозяйственных отношений станет суровым испытанием для отечественных промышленных предприятий и вынудит принимать их новые правила конкуренции. И потому один из постулатов гармоничного производства заключается в сохранении устойчивости системы производства и сбыта при внесении изменений, необходимых в процессе приспособления к возмущенной внешней среде, что подразумевает учет равновесного состояния, самоорганизации, синергетики, неравномерности развития производственных систем предприятия и др. [262].

Очевидно, эти и другие рисковые факторы нарушают ресурсообеспечение предприятия и ослабляют его «иммунитет» к вмешательству вредных возмущений. Усиливая влияние друг друга, помехи при длительном и напористом влиянии могут поколебать устойчивость предприятия и перечеркнуть усилия по ее восстановлению. Об этом говорят, в частности, и показатели работы ряда промышленных предприятий Иркутской области. Они, как и индустриальный комплекс страны в целом, оказались в тисках глубокого и затяжного кризиса, который до сих пор негативно сказывается на деятельности региональной промышленности.

По данным обследования облкомстата, нестабильность экономической ситуации вынуждала промышленные предприятия Приангарья заниматься в основном лишь тактическим планированием [287]. Только 41% опрошенных предприятий составляют стратегические планы на 3–5 лет. Руководители отмечают изменение основных поставщиков сырья и материалов, что создает немалые трудности в работе их предприятий. Лишь 23% респондентов «очень легко» смогли найти новых партнеров по снабжению.

По признанию большинства руководителей, повышение цены на 10% на продукцию предприятий приведет к уменьшению объема продаж. К тому же каждое второе предприятие ощущает жесткую конкуренцию со стороны российских производителей, а каждое четвертое — импортеров.

Менее половины опрошенных предприятий (45%) осваивали инновации: вводили производственные мощности, внедряли технологии и изготавливали новые виды продукции. При этом почти две трети респондентов заявили о том, что озабочены привлечением инвестиций, а треть руководителей видят реальную перспективу банкротства своих предприятий.

Вот почему менеджменту предприятия необходимо привить свойства предупреждения и локализации кризисных явлений, что и позволит уберечь его от разорения и выжить в конкурентной среде. А для этого требуется не только создать систему управления устойчивостью предприятия, но и придать ей достаточную эффективность.

Вполне разумно, что инстинкт самосохранения заставляет предприятия выстраивать «линию обороны» для отражения помех, чему обычно служит резервирование материальных, трудовых, финансовых и иных ресурсов. На первых порах они способны удерживать колебания параметров работы предприятия в границах приемлемого диапазона и тем обеспечить его устойчивость при условии, что воздействие таких помех будет относительно слабым и кратковременным. Но *ситуация осложняется, когда предприятие попадает в энергичную и длительную «осаду», лишаящую его возможности поддержания ресурсных запасов и обрекающую предприятие на их истощение. Ведь устойчивость параметров предприятия зависит от класса допустимых помех и, если последние принадлежат этому классу, то устойчивость достижима. В противном случае (помехи так велики, что «зашкаливают» за назначенные им пределы) трудно ожидать преодоления кризиса и избежания банкротства предприятия.*

Примером тому может служить шоковое состояние промышленных предприятий Иркутска в первые годы после либерализации цен, когда высокий динамизм макроэкономических показателей подорвал их устойчивость и вывел в разряд неплатежеспособных. Достаточно сказать, что уже в 1992 г. при росте сводного индекса цен в 10 раз индекс физического

объема промышленной продукции уменьшился на 13,5%, причем по группе машиностроительных предприятий падение производства составило от 24,7% (завод дорожных машин) до 36,8% (завод карданных валов). Сильнодействующие помехи в виде галопирующей инфляции, разрыва хозяйственных связей между предприятиями, отсутствия госзаказов на оборонную продукцию и подобных им факторов привели к укоренению спадовой тенденции, следствием чего стало затухание производственной деятельности большинства индустриальных предприятий города и сокращение изготовления продукции к 1999 г. до уровня 26,7% от объема выпуска 1991 г.

Между тем с наступлением после 1998 г. периода сдерживания негативной динамики некоторые промышленные предприятия Приангарья адаптировались к помехам и набирали темпы производства. Вопреки продолжающейся инфляции и обострению конкуренции, они выходили из оцепенения и демонстрировали восстановление относительной устойчивости. Например, на ОАО «Свирский завод «Востсибэлемент» еще сравнительно недавно было заморожено изготовление аккумуляторов, но компании «Аккумуляторные технологии» («АкТех») удалось на базе завода не только развернуть массовое производство, но и совершить рывок. Если в 1999 г. было выпущено 45 тыс. аккумуляторных батарей, то в 2002 г. уже 709 тыс. батарей.

Или другой пример. Лидер региональной индустрии Иркутский авиационный завод — филиал ОАО «НПК «Иркут» по-прежнему сохраняет свои позиции на рынке военной и гражданской авиационной техники у нас и за рубежом. В 2003 г. корпорация завершила поставку Индии партии из 12 самолетов Су-30МКИ. На корпорации наблюдался последовательный рост индекса физического объема продукции, однако, в последние годы не удалось избежать спада объема выпуска продукции, что говорит о недостаточном запасе устойчивости этого показателя. И все же в 2006 г. завод более, чем наполовину, увеличил выручку от реализации высокотехнологичной продукции и в течение 2007–2010 гг. планирует ее ежегодный прирост. Свои перспективы он связывает с увеличением объемов производства многоцелевого истребителя СУ-30 МК, многофункционального самолета-амфибии Бе-200, организацией серийного производства учебно-боевого самолета Як-130

и развитием программ международного сотрудничества с компанией Airbus, для чего поддерживает инновационный уровень выпускаемой продукции крупными инвестициями.

Но проблема состоит не только в угрозах деятельности предприятий противоречий институциональных преобразований в стране. *У благополучных предприятий под влиянием перестроек в их деятельности параметры могут покидать «безопасный» диапазон и терять устойчивость, что отвечает синергетическим представлениям о процессе развития систем.* Тогда выход величин параметров за рамки допустимого диапазона уже не носит аномального характера, хотя дальнейшие перспективы предприятия и остаются в «густом тумане». Чтобы рассеять его, особое значение приобретают слежение за параметрами предприятия, модельные эксперименты и анализ возможных сценариев будущего поведения предприятия.

С этой целью на систему управления устойчивостью предприятия возлагается прогнозирование изменения его внешней среды, поиск адаптивного режима деятельности предприятия и обеспечение ее эффективного осуществления [448]. *Соответственно такая система выполняет формирование плана производства предприятия на прогнозном фоне, контроль за его реализацией и при необходимости советует, как отвести траекторию поведения предприятия от опасной зоны.* Тем самым успех выверки и коррекции поведения предприятия зависит от информационного ресурса системы управления, его объема и достоверности. При таком понимании получить на практике приращение ценных сведений — значит оказать информационную поддержку управлению устойчивостью предприятий.

Приближение кризиса побуждает внимательнее разобраться в его природе, для чего важно получить ответ на вопросы: в чем причины кризиса, какова его глубина, когда может наступить срыв устойчивости показателей и как его предотвратить? В этой связи по симптомам кризиса проводится диагностика деятельности предприятия, в результате которой раскрываются рискованные факторы, происхождение и характер угрожающих процессов и уязвимые места в ресурсном обеспечении предприятия.

Но выявить и измерить запредельное отклонение наблюдаемых показателей диагностика может лишь при задании поля их

допуска, очерчиваемого рамками плановых решений, причем с учетом предполагаемого влияния в плановом периоде помех, ухудшающих эффективность работы предприятия, поскольку игнорирование их может выхолостить реальное содержание плана. Вот почему для получения обоснованного плана целесообразно провести имитацию его выполнения («проиграть») в предстоящем периоде, для чего понадобится информация об истории разработки и реализации плана в прошлом.

Вместе с тем *в условиях возрастающей подвижности окружения и неопределенной картины будущей ситуации адаптивная система управления должна быть восприимчивой как к количественной, так и трудно определяемой эвристической информации, которой владеет и свободно оперирует человек.* Речь идет не только об активном человеко-машинном диалоге, но и о том, что компьютерные модели в надлежащей степени должны понимать наш естественный язык со свойственными ему расплывчатыми суждениями типа «несколько хуже», «вероятно, меньше», «примерно, столько-то» и др. Тогда при нехватке полезной информации о прогнозируемых параметрах среды в диалоге с компьютером процедура может выполнить нечеткую инструкцию, например, «оценить устойчивость показателя выручки от реализации продукции, если произойдет небольшое увеличение затрат на поставляемое сырье, а спрос на продукцию будет несколько ниже, чем в прошлом году». Подобная **интеллектуализация** системы управления помогает отчасти восполнить дефицит исходной информации и получить практические результаты¹. Тем самым *создание подобной адаптивной системы опирается на исчерпывающее применение профессиональных знаний, алгоритмы поиска и поддержания устойчивого режима работы предприятия в условиях крайней неполноты располагаемых сведений* [450].

Каким образом можно улучшить «прозрачность» среды и использовать приобретаемую информацию для насыщения ею

¹ Размышляя о моделях инноваций, Р. Солоу (R. Solow) полагал, что «наилучшие результаты, конечно, может дать сотрудничество между разработчиками моделей и исследователями, использующими неформальные методы – сотрудничество, которое поможет найти компромисс между определенностью, в которой нуждаются первые, и ощущением многосложности явлений, которое присуще вторым» [371, с. 75].

системы управления устойчивостью предприятия? Приведем ключевые направления:

- максимально возможное извлечение информации из среды в процессе мониторинга за параметрами окружения и деятельности предприятия, отыскания, анализа и толкования тенденции их изменения;
- интеллектуализация компьютерных технологий с помощью модернизации и разработки новых аналитических и прогнозных алгоритмов (в частности, на базе средств общения на естественном языке с привлечением методов теории нечетких множеств);
- ввод в систему управления количественной и эвристической информации для осуществления «грубой» (общей) и «тонкой» (уточняющей) ее настройки на параметры среды, вследствие чего в системе закладываются ожидаемые условия работы предприятия;
- получение дополнительной информации в ходе модельного эксперимента с планами производства и процессом их претворения на прогнозном фоне;
- использование профессиональных знаний менеджеров в сфере планирования деятельности предприятия в виде накопленной информации о плановых решениях и фактической их реализации в предыдущих периодах, что позволит осваивать «самообучение» системы управления;
- информационно-аналитическая обработка отчетов о выполнении принятых решений и, в зависимости от этого, обновление последующих планов для устранения последствий влияния помех и сохранения устойчивости предприятия.

Но рассуждая о дефиците исходной информации, нельзя забывать и о ее избыточности, нередко привносимой методиками сбора и анализа данных. Например, когда финансовая диагностика предприятия проводится по широкому кругу показателей, в том числе и дублирующих друг друга [433]. Понятно, что такое наращивание информации не добавляет новых знаний о поведении предприятия, но увеличивает объем хранимых данных и количество аналитических операций над ними.

Вместе с тем могут появиться проблемы, связанные с «нестыковкой» пороговых значений показателей, относительно которых судят об устойчивости деятельности предприятия.

Случается так, что для взаимосвязанных показателей регламентируют несогласованные между собой пороговые значения, и тогда удовлетворение одному допустимому диапазону влечет за собой выход за нормативные границы другого показателя. Нечего и говорить, что такая противоречивая ситуация сбивает с толку аналитика и требует корректного определения пороговых значений, за пределами которых предприятие теряет способность к самовосстановлению нормальной работы и «погружается» в кризис.

Подчеркивая, что *эффективное обеспечение устойчивости предприятия поддерживается структурой и средствами его системы управления, становится очевидной возрастающая роль накопленных в ней профессиональных знаний и умений*. Поэтому еще на стадии проектирования системы в ней формируется механизм инновационного развития: генерации и внедрения нововведений в деятельность менеджеров, производственные и компьютерные технологии и другие ресурсы предприятия. Научоемкость системы управления представляет собой доминирующую предпосылку ее эффективности, что находит выражение в способности достижения устойчивости и укрепления конкурентных позиций предприятий.

Какие ввиду этого резервы имеют первостепенное значение для эффективного управления устойчивостью предприятия?

Известно, что необходимость приобретения знаний и навыков квалифицированного управления в экстремальных экономических условиях вызвала потребность в появлении специальной области знаний — антикризисного менеджмента. Оригинальность ему придает сам феномен кризиса предприятия, обнаруживающий организационные, управленческие, экономические, финансовые, социальные, правовые и другие последствия для работы предприятия. Из-за органического переплетения этих процессов дестабилизирующее влияние помех на деятельность предприятия лишь усиливается, и, поскольку его свойство адаптации ограничивается запасами ресурсов, возрастает роль анализа их предельных возможностей.

Стремление избежать банкротства и восстановить платежные функции предприятия определило повышенное внимание к финансовому аспекту его работы, что несколько не умаляет роли материально-технической, трудовой, информационной,

организационной, управленческой, экономической и других сфер деятельности предприятия. Более того, взаимозависимость и единство этих аспектов дает основание подчеркнуть, что устойчивая работа предприятия не может быть достигнута без нормализации каждого из них. Важно учитывать это обстоятельство, поскольку упомянутые выше сферы деятельности предприятия нередко «пребывают в тени» финансового анализа потенциального банкрота. В результате задача преодоления кризиса сводится к обретению лишь финансовой устойчивости такого предприятия, что неоправданно упрощает проблему и сужает поле антикризисного управления, а значит, и осложняет вывод предприятия на долговременный устойчивый режим работы.

Между тем *в диалоге с пытливыми менеджерами компьютерные технологии раскрывают динамические характеристики ресурсов предприятия и позволяют наблюдать за его устойчивостью, в зависимости от складывающейся конъюнктуры спроса на выпускаемую им продукцию и потребляемые ресурсы.* Если структура ресурсов обладает достаточной гибкостью и маневренностью, предприятие имеет шансы сохранить устойчивую работу, несмотря на негативную для него спросовую динамику. В ином случае, когда ресурсы предприятия не позволяют осуществлять диктуемую средой реорганизацию и интенсификацию производства востребованной продукции, устойчивость его находится под угрозой. Тогда в центре ее исследования — анализ резервов ресурсов и условий срыва устойчивости предприятия. В моделировании переходного процесса необходимо получить дополнительную информацию: каковы границы диапазона допустимых возмущений, какие значения параметров являются для предприятия критическими, когда и как происходит нарушение его устойчивости и какова при этом динамика протекания процесса.

Такой мониторинг финансовых показателей ОАО «Свирский завод «Востсибэлемент» в середине 90-х годов прошлого века констатировал относительную стабильность коэффициента автономии в диапазоне от 0,66 до 0,89 и вместе с тем размашистую амплитуду величины критериев неплатежеспособности предприятий: коэффициенты текущей ликвидности ($0,75 \div 1,16$) и обеспеченности собственными средствами ($-0,01 \div 0,17$) варьировали в зоне риска, что свидетельствовало

ло о поражении завода «финансовым недугом». Срыв устойчивости этих индикаторов — убедительный мотив для поиска способов оздоровления ресурсов завода, и, как уже отмечалось, несмотря на кризис, компания «АкТех» предпринимает усилия для увеличения выпуска аккумуляторных батарей. В 2006 г. компания произвела и поставила на рынок более 546 тыс. батарей, а в 2007 г. планирует выпустить и продать уже 1 млн батарей [486].

Становится ясно, что *информационно насыщенный диалог менеджеров с компьютером взаимно обогащает их полученными знаниями и интеллектуализирует сам процесс исследования и сохранения устойчивости предприятия, организуя активный обмен количественными и трудно формализуемыми эвристическими сведениями об условиях его деятельности*. Благодаря этому в ходе моделирования поведения предприятия воспроизводится экономическая ситуация, близкая к реальной и отвечающая ожиданиям менеджеров.

Между тем стремление к укреплению конкурентных преимуществ побуждает наращивать наукоемкость и промышленных технологий, для чего проводятся структурные изменения и образуются холдинги с целью более полной реализации инновационного потенциала его участников. Интеграция в рамках корпорации ОАО НПК «Иркут» Иркутского авиационного завода, исследовательских и конструкторских фирм Таганрогского авиационного научно-технического комплекса им. Бериева, ОКБ «Русская авионика», ЗАО «Бета-Ир» и ЗАО «Итела» позволяет создать современный инновационно-производственный комплекс, обеспечивающий сквозной процесс от обоснования технических нововведений до их внедрения и высокую конкурентоспособность выпускаемой авиационной техники.

Повышая компетентность менеджеров и модернизируя применяемые ими технологии, обсуждаемые меры составляют резервы эффективности управления устойчивостью предприятий в быстро меняющемся окружении. С использованием их в практической деятельности возрастает сопротивляемость предприятий к воздействию рискованных факторов и улучшается их адаптация к условиям обостряющейся конкуренции и трансформации российской экономики.

7.2. Концептуальные и инструментальные основы адаптивного управления производственными системами

Необходимость обеспечения устойчивости предприятий была осознана специалистами еще в дорыночный период в русле ускорения тенденций научно-технического прогресса и создания гибких производственных систем. Эволюция и нестационарность производственных систем побуждала прививать адаптивные свойства системам управления предприятия, для чего проводились исследования в области параметрической и структурной адаптации математического и программного обеспечения АСУП.

В рамках подобного подхода требование устойчивости производственных систем формализуется следующим образом [357]. В момент времени t для периода $[t, t + \tau]$ управляющая система с учетом предполагаемого состояния среды в этом периоде $R_{t, t + \tau}$ вырабатывает управляющие воздействия, исходя из условия достижения экстремума показателя эффективности (критерия оптимальности)

$$\Phi(\varphi(x_t, u_t, R_{t, t + \tau})),$$

где φ — функция перехода состояний производственной системы (задается совокупностью всех компонентов модели); x_t — состояние производственной системы в момент времени t .

Производственная система будет являться устойчивой, если для любого наперед заданного $\varepsilon > 0$ существует $\delta > 0$, и при любых $\tilde{x}_t \in X_t$, $\tilde{R}_{t, t + \tau} \in R$ из выполнения условия:

$$\|(\tilde{x}_t, \tilde{R}_{t, t + \tau}) - (x_t, R_{t, t + \tau})\| \leq \delta$$

следует:

$$\|\Phi(Y_x(\bar{x}_{t + \tau})) - \Phi(\varphi(x_t, u_t, R_{t, t + \tau}))\| \leq \varepsilon,$$

где $\|\cdot\|$ — некоторая норма; $Y_x(\bar{x}_{t + \tau})$ — фактическое значение переменной $x_{t + \tau}$.

Смысл приведенной формализации требования устойчивости производственной системы довольно прост: при ограниченном отклонении (фиксируемых величиной δ) фактической траектории системы от расчетной показатель эффективности ее работы должен оставаться в пределах, определяемых ε . Величина δ обычно задана, либо определяется по статистичес-

ким сведениям, но, как отмечают авторы постановки задачи, она в большинстве случаев значительно превосходит уровень, допустимый с точки зрения обеспечения величины ε .

Между тем адаптивный механизм управления производственной системой предполагал привлечение имитационных моделей для анализа функционирования систем при реализации управляющих воздействий с учетом влияния возмущений на состояние фонда ресурсов, движение материальных потоков, а также прогноза вмешательства помех в процесс выполнения плана и регулирующих воздействий. Принимая во внимание возмущающее действие случайных факторов, постановка задачи приобретала вероятностный вид: производственная система устойчива, если для наперед заданных ε, α и любых возможных для данной системы возмущениях соблюдается условие:

$$P\left\{\left\|\Phi(Y_x(\bar{x}_{t+\tau})) - \Phi(\varphi(x_t, u_t, R_{t,t+\tau}))\right\| \leq \varepsilon\right\} \geq \alpha, \quad \alpha > 0,$$

где $P\{\cdot\}$ — вероятность.

Иными словами, при влиянии на производственную систему случайных возмущений вероятность того, что условие ограниченного изменения показателя эффективности будет выдержано, должна быть не меньше некоторого порогового значения α .

С этих позиций адаптивная система управления предприятием обязана учитывать весь комплекс аспектов его функционирования, что будет отвечать закономерности развития структуры производственной системы и задаче обеспечения устойчивости предприятия в нестабильной рыночной среде. Поэтому *построение такой адаптивной системы опирается на алгоритмы поиска и поддержания рационального режима работы предприятия в условиях неполноты располагаемой информации*. Для этого осуществляется формирование и выполнение плана производства изделий с учетом ожидаемого (с возможной степенью определенности) будущего окружения предприятия и сохранения его устойчивости к воздействию внешних и внутренних помех. Последнее побуждает к использованию не только моделей планирования производства изделий, но и имитационных моделей производственных систем, которые «проигрывают» процесс реализации плана и сообщают о динамических свойствах этой системы.

Концептуально организация адаптивного управления производственными системами (ПС) выстраивается из блоков прогнозирования изменения внешней среды, структурной и параметрической адаптации системы управления на основе поступившей прогнозной информации, формирования плана производства ПС с применением адаптированных моделей планирования ПС и имитации ее функционирования, оценки и анализа устойчивости ПС при реализации разработанного плана производства, диагностики ПС и коррекции условий планирования (при обнаружении неустойчивости ПС) и обеспечения выполнения принятого плана производства [357; 447] (рис. 7.1).

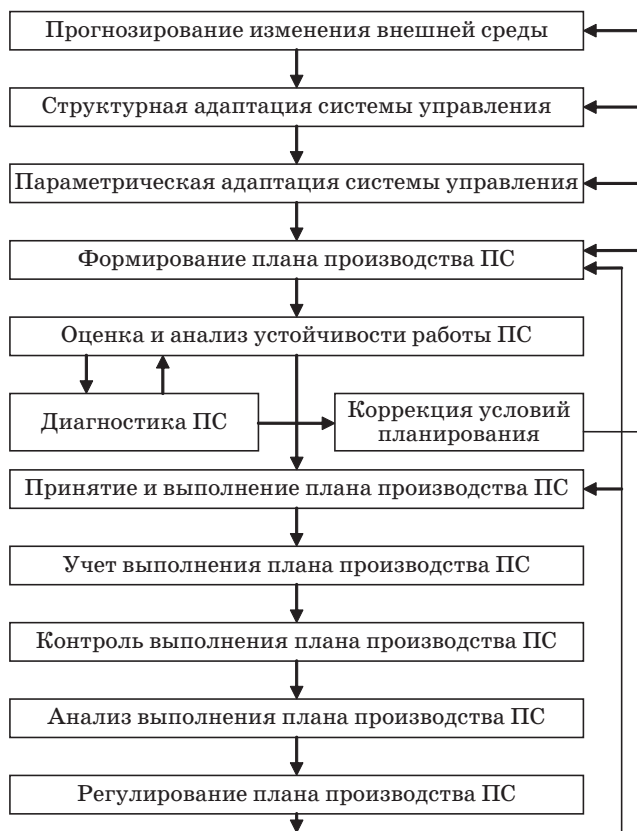


Рис. 7.1. Общая схема адаптивного управления производственными системами

Прогнозирование изменения внешней среды дает возможность выявить доминирующие тенденции в движении спросовых и других параметров в рамках накопленного массива информации и благодаря этому представить контурные условия деятельности предприятия в планируемом периоде. Исходя из полученного прогноза генерируется набор внешних параметров (тип производства, длительность цикла изготовления изделий и др.), которые служат критериями адекватности модели планирования ПС и ее имитационной модели будущей экономической ситуации, с одной стороны, и задают для них общие допущения, с другой. На этом этапе аналитик указывает интересующие показатели, глубину прогнозирования, календарный период, по которому выявляется тенденция в динамике показателя, и линию (в общем случае группу линий) тренда. Кроме того, по итогам тенденциального анализа можно внести в прогноз поправку, продиктованную интуитивными ожиданиями аналитика.

Структурная адаптация системы управления состоит в выборе из множества моделей таких, которые принципиально соответствуют предполагаемым в плановом периоде условиям работы предприятия. Вслед за этим в выбранные модели вводится ряд значений внешних параметров (объем спроса, цены изделий и др.), с помощью чего математические модели наполняются первой «порцией» обрабатываемой информации и становятся более конкретными.

Параметрическая адаптация системы управления в дополнение к параметрам внешней среды обеспечивает «загрузку» модели внутренними параметрами ПС (конструктивно-технологическими данными об изделиях, экономических нормативами и др.), чем завершается информационное насыщение и настройка моделей. После этого они структурно и параметрически (в первом приближении) отвечают прогнозируемым условиям деятельности предприятия и готовы к работе.

Формирование плана производства ПС проводится комплексом из двух упомянутых выше взаимодействующих моделей: планирования производства ПС и имитации ее работы по реализации этого плана. Первая модель является инструментом расчета плана, вторая — экспериментальным средством проверки его осуществимости на фоне влияния внешних и внутренних помех, что воспроизводит процесс претворения плана, близкий к реальному.

В последнем случае моделирование предстоящего поведения предприятия выполняется с учетом неизбежных в плановом периоде корректирующих мер, направленных на нейтрализацию или ослабление будущих помех. Их генерация и прогнозная оценка вызываемых ими ресурсных затрат или потерь и составляет функцию имитационной модели. Причем величина ухудшения наблюдаемого показателя, вследствие действия возмущающих факторов, позволит дать заключение о степени его устойчивости в ожидаемых условиях работы ПС. *Такое планирование проходит в режиме многовариантных расчетов и «интеллектуального» диалога аналитика с компьютером, в ходе которого они ведут обмен исходными данными и промежуточными решениями. Тем самым численное моделирование плановых решений обогащается неформализуемыми профессиональными знаниями аналитика, а разрабатываемый план аккумулирует в себе как количественную, так и эвристическую информацию.*

Действительно, неопределенность и высокая подвижность внешней среды ужесточают требования к модельному инструментарию, ввиду чего алгоритмы планирования и имитации должны быть восприимчивы к нарастающему разнообразию состояний среды и обладать достаточной гибкостью в отношении выдвигаемых целей и накладываемых ограничений. В свойственной рыночному окружению неполноте информации и трудно определимым условиям планирования возрастает значение экспертного суждения о факторах среды и максимального учета их в процессе разработки плана производства ПС. В связи с этим *представляется перспективным применение математических моделей, построенных на основе аппарата теории нечетких множеств и оперирующих лингвистическими высказываниями.*

Привлечение такого инструментария позволяет вводить в алгоритмы и обрабатывать эвристическую информацию и тем самым расширять диапазон возможностей моделирования плана, который будет содержать в себе уже как формализуемые, так и плохо формализуемые сведения. С другой стороны, включение знаний экспертов в математические модели не только наращивает их обоснованность и практическую, но и повышает доверие к ним со стороны персонала предприятий.

Оценка и анализ устойчивости работы ПС направлены на исследование протекающих в них динамических процессов при изменении внешних и внутренних параметров. Поэтому *представляет интерес ответ на вопросы: какова область устойчивости наблюдаемых показателей, при каких обстоятельствах наступает срыв устойчивости и какова картина ее утрачивания (момент срыва устойчивости, плавность перехода от устойчивого состояния к неустойчивому и др.).*

Для получения более полной картины ослабления устойчивости прибегают к серии экспериментов, раскрывающих факторы и специфику ухудшения стабильности показателей производства. В ходе их проведения появляется возможность оценить траекторию изменения показателя (или их группы) и при задании нормативных или пороговых (минимального и/или максимального) значений рассчитать степень устойчивости контролируемых показателей.

Диагностика ПС и коррекция условий планирования требуются в том случае, если наблюдаемые показатели демонстрируют неустойчивое поведение, т.е. выходят за границы диапазона допустимых отклонений. В такой ситуации система управления предприятием подвергается испытанию и ее адаптивные качества могут оказаться недостаточными для противодействия помехам. Вот почему диагностика ПС проводится в тесной двухсторонней связи с оценкой и анализом устойчивости работы ПС: выявление симптомов кризиса предприятия диктует необходимость углубленного изучения процесса утрачивания устойчивости ПС.

С компьютеризацией мониторинга деятельности предприятия улучшаются возможности оперативной обработки, визуализации и осмысления динамики изменения наблюдаемых показателей. Благодаря этому специалисты располагают программными инструментами хранения, оценивания и анализа статистической информации о функционировании предприятия в разрезе выбранных ими показателей и периодов времени (по месяцам, кварталам, годам). Тем самым повышается информативность процесса изучения хронологического ряда и устойчивости показателей, что позволяет исследовать процесс их изменения, предвидеть будущее состояние и кризисное развитие предприятия.

В частности, в разработанном программном комплексе «Компьютерная поддержка мониторинга деятельности предприятия (версия 1.0)»¹ (для удобства в дальнейшем просто ПК «Мониторинг»; руководитель проекта С.В. Чупров, алгоритмическое и программное обеспечение А.Б. Каневского) заложены как общепринятые, так и авторские методы чтения бухгалтерских отчетов² [454]. Практически все они используются ПК «Мониторинг» в процессе проведения комплексного производственно-финансового анализа, среди которых приемы горизонтального (временного), вертикального (структурного), трендового, факторного анализа и анализ относительных показателей (коэффициентов).

На предварительном этапе в базу данных вводится перечень обозреваемых предприятий, показатели их деятельности, формулы рассчитываемых коэффициентов и часто применяемые виды диаграмм и графиков. Этим целям служат формы «Предприятия», «Показатели», «Коэффициенты» и «Диаграммы», выведенные в главное меню.

Наиболее сложной и емкой среди информационно-справочных форм программы является форма «Коэффициенты» (рис. 7.2).

Она позволяет пользователю оперативно заносить в файл новые коэффициенты, которые являются производными от показателей и определяются на их информационной базе. Для этого вводятся формулы их вычисления, а при необходимости, их описание и нормативные или пороговые (минимальный и/или максимальный) значения. В целях упорядочения различных по содержанию коэффициентов было реализовано их структурирование по принадлежности к специализированным методикам комплексного анализа устойчивости предприятия. При этом каждая методика включает в себя разделы, которые сгруппированы в отдельные наборы.

Процесс формирования коэффициента сопровождается «усиленной» системой предотвращения ошибок ввода, которая блокирует ввод некорректно указанной формулы в файл. Так инструмент контроля правильности задания формул исключает появление циклических ссылок. В процессе ввода формулы

¹ Свидетельство Роспатента об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2003610633 от 13.03.2003 г.

² Описание программного комплекса принадлежит А.Б. Каневскому.

на вкладке «Расчет» отражается информация о показателях, участвующих в расчете коэффициента, которая даст возможность пользователю легко ориентироваться в математических выражениях с большим количеством переменных (рис. 7.2).

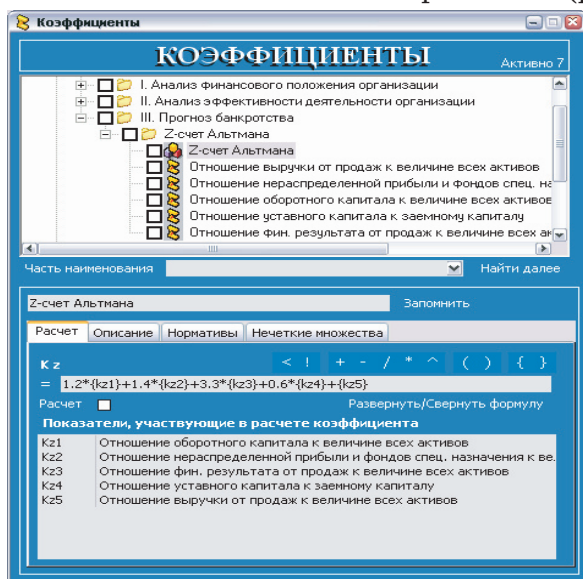


Рис. 7.2. Форма — справочник «Кoeffициенты» (фото с экрана: ПК «Мониторинг»)

Учитывая трудность классификации уровней вычисляемых показателей как для пользователя, так и для эксперта в программный комплекс была встроена функция оценки устойчивости предприятия с использованием аппарата теории нечетких множеств. Цель ее состоит в формализации экспертных заключений об оценке уровня производственно-финансовых коэффициентов для придания им качественной определенности, для чего спроектировано выполнение следующих этапов:

1. Для показателей X_i задается лингвистическая переменная B_i «Уровень показателя X_i » на терм-множестве качественных значений: «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий», «очень высокий». Узловые точки лингвистической переменной можно видеть на рис. 7.3.

2. Каждому X_i сопоставляется оценка его значимости для распознавания уровня данного показателя.

3. Проводится распознавание текущих значений x_i на основе классификатора и рассчитывается степень принадлежности носителя x_i нечеткому подмножеству B_i .

4. В соответствии с результатами лингвистического распознавания оценивается итоговая степень устойчивости предприятия.



Рис. 7.3. Узловые точки лингвистической переменной (фото с экрана: ПК «Мониторинг»)

Для получения достоверных результатов при проведении комплексного анализа устойчивости пользователю предлагается на выбор комплект методик (включают более 200 упорядоченных по разделам и группам производственно-финансовых коэффициентов): анализ финансового состояния и вероятности банкротства, методические указания по проведению анализа финансового состояния организации, спектр-балльный метод, а также факторный анализ показателей, построенный на авторской методике расчета интегрального показателя устойчивости «S» с применением методов главных компонент и теории нечетких множеств.

Методика «Анализ финансового состояния и вероятности банкротства предприятия» позволяет осуществлять:

- анализ динамики значений каждого элемента активов и пассивов баланса и финансовых результатов деятельности предприятия (горизонтальный анализ финансовой отчетности);
- анализ структуры имущества предприятия и источников его формирования (измерять удельный вес каждого элемента активов и пассивов баланса) и, кроме того, влияния финансовых результатов различных видов деятельности предприятия

на величину прибыли (вертикальный анализ финансовой отчетности);

- оценку платежеспособности предприятия (его способности погасить текущие обязательства и вероятности банкротства в ближайшее время), ликвидности предприятия (коэффициентов текущей, быстрой ликвидности и др.), финансовой устойчивости, характеризующей степень независимости предприятий от внешних источников финансирования (коэффициента автономии, соотношения заемного и собственного капитала, коэффициента покрытия внеоборотных активов собственным и долгосрочным заемным капиталом и др.), эффективности использования предприятием располагаемых ресурсов (оборачиваемости активов, запасов, собственных средств и др.), рентабельности предприятия (рентабельность активов, основной деятельности, продаж, собственного капитала) и т.д.;

- выявление и оценку тенденций развития предприятия с помощью диаграмм, иллюстрирующих динамику основных статей бухгалтерской отчетности и задаваемых коэффициентов. Используемый в программе графический пакет MS Graph обладает широким набором функций, высокой точностью и скоростью отображения данных. Интеграция его в программу позволяет формировать диаграммы различных типов (предусмотрено 73 типа диаграмм: обычная гистограмма, линейчатая диаграмма, график, круговая диаграмма, точечная диаграмма, диаграмма с областями, кольцевая диаграмма и др.).

Суть реализованного в ПК «Мониторинг» спектр-балльного метода заключается в проведении анализа производственно-финансовых коэффициентов путем сравнения полученных значений с нормативными (пороговыми) величинами, для чего используется прием «разнесения» этих значений по зонам удаленности от заданного уровня. Затем значение показателей сводится в соответствующий отчет. Для реализации в программе этой методики каждый коэффициент имеет свои нормативные (пороговые) значения в зависимости от зоны риска. Анализ коэффициентов выполняется посредством сравнения полученных значений с рекомендуемыми пользователем нормативными (пороговыми) величинами: чем дальше значения коэффициентов от нормативных (пороговых) уровней, тем ниже степень финансового благополучия предприятия и выше риск оказаться в категории несостоятельных предприятий. Таким образом, каждая

сторона деятельности обозреваемого предприятия квалифицируется некоторой обобщенной оценкой, на основе которых формулируются выводы о финансовом состоянии предприятия.

Для оценивания траекторий изменения фактических величин показателей, определения уравнений линий трендов указанного вида и расчета статистических характеристик показателей служит вкладка «Статистика» формы «Мастер «Аналитика» (рис. 7.4). После вызова формы пользователь получает приглашение выбрать интервал (месяц, квартал, год), интересующие отрезки времени, рассчитываемые показатели и список предприятий, для которых будет осуществляться комплексный анализ устойчивости. На этой вкладке пользователю сообщаются рассчитанные статистические оценки показателя: средняя, вариационный размах, среднеквадратическое отклонение, медиана и др.

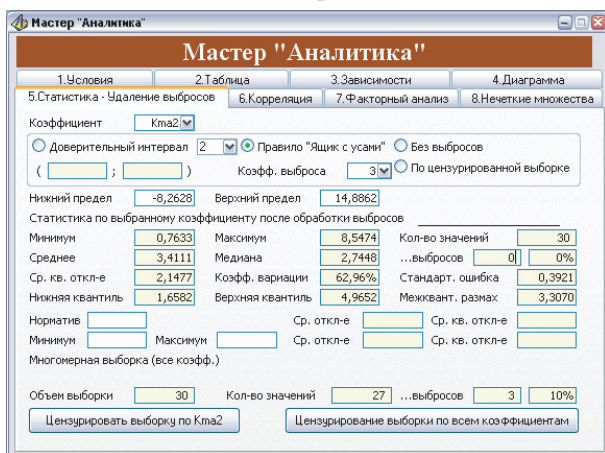


Рис. 7.4. Вкладка «Статистика» формы «Мастер «Аналитика» (фото с экрана: ПК «Мониторинг»)

Если величина показателя имеет нормативный (пороговый) уровень, вычисляются среднее и среднеквадратическое отклонения величины показателя от норматива. В том случае, когда для величины показателя вводится диапазон нормативных (допустимых, пороговых) значений (минимальный и/или максимальный пределы изменения), границы диапазона записываются в полях «Минимум» и «Максимум», и статистические характеристики рассчитываются относительно

этих пределов. Благодаря этому можно наглядно и количественно оценивать характер изменения показателей и степень их устойчивости на протяжении выбранных календарных периодов. Появляется возможность не только локального, но и тенденциального анализа динамики показателей. Тем самым *настоящий программный комплекс может служить прикладным инструментом предупреждения и преодоления последствий нарушения устойчивости предприятия, для которого свойственны высокая подвижность показателей, особенно в период экономических преобразований.*

Заметим, что в настоящее время диагностика проблемных ситуаций на предприятии как специальная процедура антикризисного управления проходит этап своего становления и потому в большинстве своем повторяет традиционные аналитические приемы. Такой подход вполне объясним, поскольку диктуется насущными задачами анализа и преодоления негативных процессов на отечественных предприятиях. А охваченные кризисом предприятия видят его источник в диспропорции финансовых ресурсов и прилагают свои усилия, прежде всего, на нормализацию их структуры, что имеет под собой веские экономические и правовые основания.

Между тем подобный взгляд на природу кризисных процессов представляется одномерным, поскольку при этом уходят на задний план связанные с финансовым аспекты функционирования предприятия, в частности, материально-технический, трудовой, информационный, организационный, управленческий, экономический и др. *Лишь в единстве присущих предприятию аспектов деятельности можно познать истоки и характер поразивших его кризисных явлений и предложить действенные меры по упреждению неблагоприятных воздействий рыночной среды на работу предприятия и обеспечить его адаптацию.*

Конструктивность такого подхода состоит не только в расширении «поля зрения» аналитика, но и выявлении зависимости финансовых индикаторов от других показателей, что позволяет провести факторный анализ выбранных показателей и способствует более полному пониманию генезиса кризиса и средств его предотвращения. Поэтому при разработке диагностической процедуры необходимо обратить внимание на следующие исследовательские вопросы:

- формулирование концепции диагностики кризиса предприятия как информационно-аналитической процедуры, направленной на раннее обнаружение негативных процессов, анализ их симптомов и поиска причин возникновения кризиса [445];

- обоснование методологических принципов проведения диагностики, исходя из системных представлений о поведении предприятия в хозяйственной сфере страны, отмеченных ранее (макро- и микроподхода, гомеостаза, самоорганизации, равновесия, устойчивости и др.);

- осмысление природы зарождения кризиса на предприятии. И не только в финансовом отношении, а во всем его многомерном проявлении в различных аспектах в их взаимообусловленности и связи;

- нахождение и изучение зависимостей между аспектными параметрами и раскрытие картины утрачивания устойчивости предприятия;

- разработка специального мониторинга устойчивости предприятия и его реализация на базе современных информационных технологий и апробация на материале предприятий [452; 454].

Выводы диагностики предприятия могут потребовать изменения прежних представлений о его реальной деятельности и допущений, принятых при формировании плана производства. Коррекция условий планирования следует после выяснения причин и характера приближающегося кризиса предприятия и может включать в себя (см. рис. 7.1) уточняющее прогнозирование изменения внешней среды в будущем, пересмотр структурной и (или) параметрической адаптации системы управления (выбор иной модели планирования или имитации работы ПС, их модернизация, перенастройка и т.д.) или внесение поправки в модель формирования плана производства ПС (добавление или корректировка целевых функций, ресурсных ограничений и др.).

Принятие и выполнение плана производства ПС подразумевает активное участие управленческого персонала в анализе и обсуждении модельного варианта плана и его последующем претворении. На этом этапе привлекаемый персонал, согласно принципу внешнего дополнения, выступает в роли «неформального компенсатора» помех и прежде всего тех трудно

формализуемых возмущений, которые остались за рамками моделирования и потому не учитывались на предыдущих этапах планирования.

Учет, контроль, анализ и регулирование выполнения плана производства ПС обеспечивают реализацию принятого плана и, поскольку отклонения от него в ходе осуществления практически неизбежны из-за действия помех или по другой причине (низкая точность исходных данных, прогнозирования или имитации работы ПС, ошибки в задании параметров и др.), нельзя исключать возвращения на этап формирования плана производства ПС для его частичного или полного изменения. При допустимом отклонении от плана необходимость в этом обычно не возникает, так как оно может быть погашено в оперативном порядке без корректировки плана, в связи с чем происходит подтверждение его и выполнение в следующем плановом периоде (см. рис. 7.1).

Проведение такого поэтапного процесса, «интеллектуальное пространство» которого создается и поддерживается комплексом профессиональных знаний менеджеров и современных компьютерных технологий, позволяет проводить прогнозирование, планирование, учет, контроль, анализ и регулирование показателей работы предприятий. А стало быть, предвосхищать будущие сценарии поведения предприятия и обосновывать превентивные решения, способные минимизировать влияние возможных помех на его устойчивость.

Какие свойства обсуждаемой адаптивной системы управления ПС заслуживают внимания?

Во-первых, *она открыта для любых параметров, независимо от их характера. Среди них могут быть представлены материально-технические, трудовые, организационные, управленческие, экономические, финансовые и другие, что позволит комплексно анализировать работу предприятия, оценивать и предупреждать потерю его устойчивости.*

Во-вторых, *адаптивная система обладает достаточной гибкостью, которая обеспечивается широким набором моделей планирования производства и имитации работы ПС и их настройкой на параметры внешней и внутренней среды.*

В-третьих, *функционирование адаптивной системы предусматривает диалоговый режим работы: регулярный обмен информацией между ЭВМ и человеком, что дает возможность*

обогащения расчетных результатов неколичественными (вербальными) сведениями и тем самым последовательно повышать информативность управления ПС.

В-четвертых, успешная работа системы поддерживается высокой наукоемкостью ее структурных компонентов (информационной технологии, алгоритмов моделей, технических средств и др.), которые допускают встраивание в систему эвристических моделей, сконструированных на базе теории нечетких множеств.

Наконец, следует иметь в виду, что адаптивная система как современное средство управленческого труда является не только потребителем информации, но и производителем ее. Она вырабатывает аналитическую информацию, которая способствует обеспечению устойчивости предприятия, и «берет на себя» функции советника его руководящего персонала, осуществляя тем самым повышение интеллектуализации и роли инструментов управления предприятиями.

7.3. Методы анализа и сохранения устойчивости эффективной деятельности предприятий

Достижение и сохранение устойчивой деятельности предприятия в подвижной рыночной среде опирается на применение модельного аппарата, призванного воспроизвести процесс движения ресурсов предприятия и оценить последствия влияния на него возмущающих факторов. Благодаря этому управление устойчивостью предприятия насыщается ценными знаниями о свойствах его поведения перед лицом возрастающих внешних угроз и имеет возможность заблаговременно реагировать на них маневрированием своих ресурсов. Предлагаемая ниже модель описывает взаимосвязь экономических и финансовых показателей работы предприятия и выводит условие повышения рентабельности его имущества, учитывая изменение показателей во времени.

Стремление к обеспечению устойчивости предприятия в нестабильной среде находит свое выражение в динамическом процессе движения потоков потребляемых ресурсов, их накопления и использования. Принимая во внимание необходимость ресурсообмена предприятия со своим окружением,

среди параметров входного потока цены, тарифы, налоги и другие затратные элементы, сопровождающие приобретение исходных ресурсов и аккумулируемые в затратах на производство и сбыт продукции. Выходной поток характеризуется, в частности, показателями выручки и извлеченной прибыли от реализации изготовленной продукции.

Как первые, так и вторые параметры обуславливают динамику эффективности использования располагаемых ресурсов предприятия, что отражается в изменении с течением времени величины оборачиваемости собственных средств и рентабельности имущества предприятия. Вместе с тем последние зависят и от сдвигов в структуре финансовых ресурсов предприятия, в том числе от доли собственного капитала предприятия в его имуществе (коэффициента автономии), поскольку могут быть привлечены или использованы также и заемные средства. Нелишне подчеркнуть, что соотношение между собственными и заемными средствами — сигнальный индикатор финансовой устойчивости предприятия, укреплению которой способствует поступающая в его распоряжение прибыль.

Формализуем и проанализируем в динамике связь между затратами на производство и сбыт продукции, выручкой от реализации, коэффициентом автономии и показателями оборачиваемости собственных средств и рентабельности имущества предприятия [451]. Для этого введем обозначения и представим формулы расчета показателей, допуская, что они могут меняться с течением времени, т.е. в общем случае являются функциями аргумента времени t .

Пусть в наших символах:

$B(t)$ — выручка от реализации продукции предприятия;

$Z(t)$ — затраты на производство и сбыт продукции предприятия;

$Пр(t)$ — прибыль от реализации продукции, равная разности между выручкой от ее продажи и затратами на производство и сбыт продукции, т.е. $Пр(t) = B(t) - Z(t)$;

$Сс.с(t)$ — стоимость собственных средств предприятия;

$Сu(t)$ — стоимость имущества предприятия, включающая его собственные и заемные средства.

Пользуясь этими обозначениями, определим следующие показатели, необходимые для дальнейшего изложения:

- рентабельность имущества предприятия по прибыли от реализации продукции $Pu.n(t)$:

$$Pu.n(t) = \frac{Пp(t)}{Cu(t)}; \quad (7.1)$$

- рентабельность собственных средств предприятия по прибыли от реализации продукции $Pc.c(t)$:

$$Pc.c(t) = \frac{Пp(t)}{Cc.c(t)}; \quad (7.2)$$

- оборачиваемость (эффективность) собственных средств предприятия $Эc.c(t)$:

$$Эc.c(t) = \frac{B(t)}{Cc.c(t)}; \quad (7.3)$$

- затраты на 1 р. собственных средств предприятия $Зc.c(t)$:

$$Зc.c(t) = \frac{З(t)}{Cc.c(t)}; \quad (7.4)$$

- доля собственных средств предприятия в общей стоимости его имущества (коэффициент автономии) $Kc.c(t)$:

$$Kc.c(t) = \frac{Cc.c(t)}{Cu(t)}. \quad (7.5)$$

Разложение показателя рентабельности имущества предприятия (7.1) с учетом формул (7.3)–(7.5) приводит к выражению:

$$\begin{aligned} Pu.n(t) &= \frac{Пp(t)}{Cu(t)} = \frac{[B(t) - З(t)] / Cc.c(t)}{Cu(t) / Cc.c(t)} = \\ &= \frac{B(t) / Cc.c(t) - З(t) / Cc.c(t)}{Cu(t) / Cc.c(t)} = [Эc.c(t) - Зc.c(t)] Kc.c(t). \end{aligned}$$

Взяв производную по t от обеих частей этого равенства, получим:

$$\frac{dPu.n(t)}{dt} = \left[\frac{dЭc.c(t)}{dt} - \frac{dЗc.c(t)}{dt} \right] Kc.c(t) + [Эc.c(t) - Зc.c(t)] \frac{dKc.c(t)}{dt}.$$

Найдем условие, при котором будет иметь место рост показателя рентабельности имущества предприятия $Pu.n(t)$, для чего производная должна быть величиной положительной:

$$\frac{dPu.n(t)}{dt} = \left[\frac{dЭс.с(t)}{dt} - \frac{dЗс.с(t)}{dt} \right] Кс.с(t) + [Эс.с(t) - Зс.с(t)] \frac{dКс.с(t)}{dt} > 0.$$

Раскрывая скобки, после перегруппировки дробей придем к выражению относительно оборачиваемости собственных средств предприятия:

$$\frac{dЭс.с(t)}{dt} > \frac{dЗс.с(t)}{dt} - \frac{Эс.с(t) - Зс.с(t)}{Кс.с(t)} \cdot \frac{dКс.с(t)}{dt}.$$

Вместе с тем, поскольку дробь в правой части его с учетом (7.2) – (7.4) равна

$$\frac{Эс.с(t) - Зс.с(t)}{Кс.с(t)} = \frac{Пр(t) / Сс.с(t)}{Кс.с(t)} = \frac{Рс.с(t)}{Кс.с(t)},$$

после ее замены окончательно находим искомое неравенство:

$$\frac{dЭс.с(t)}{dt} > \frac{dЗс.с(t)}{dt} - \frac{Рс.с(t)}{Кс.с(t)} \cdot \frac{dКс.с(t)}{dt}. \quad (7.6)$$

Полученное выражение, как было уже отмечено, представляет собой условие повышения рентабельности имущества и связывает динамику оборачиваемости собственных средств предприятия с их рентабельностью, скоростями изменения затрат и коэффициента автономии. Оно задает нижний предел (критический уровень) для скорости оборачиваемости собственных средств, при котором сохраняется наращивание рентабельности имущества предприятия.

Выводы:

- критический уровень скорости $Эс.с(t)$ зависит от скорости изменения затрат $Зс.с(t)$, величины и скорости изменения в имуществе предприятия доли собственных средств $Кс.с(t)$ и их рентабельности $Рс.с(t)$;

- для снижения критического уровня скорости изменения $Эс.с(t)$ выгодной является ситуация, когда растут скорость коэффициента $Кс.с(t)$ и величина рентабельности $Рс.с(t)$, а скорость изменения затрат $Зс.с(t)$ уменьшается или остается постоянной, обращая в последнем случае их производную в (7.6) в ноль;

- для критического уровня скорости $\mathcal{E}c.c(t)$ существенную роль играют не только численная величина рентабельности $Pc.c(t)$, но и результат реализации продукции предприятия: прибыльный, когда $Pc.c(t) > 0$, или убыточный, при котором $Pc.c(t) < 0$. Вследствие этого качественно различной выглядит картина динамики анализируемых показателей.

Уточняя приведенный выше вывод, необходимо заметить, что уменьшение скорости роста затрат $Zc.c(t)$ и увеличение скорости изменения коэффициента автономии $Kc.c(t)$ для предприятия предпочтительно лишь при положительной прибыли, так как только при $Pc.c(t) > 0$ однозначно снижается критический уровень скорости оборачиваемости $\mathcal{E}c.c(t)$. Однако, если происходит противоположный процесс — наращивание скорости изменения $Zc.c(t)$ и уменьшение скорости изменения $Kc.c(t)$, — критический уровень скорости $\mathcal{E}c.c(t)$ повышается, что осложняет поддержание тенденции наращивания рентабельности имущества предприятия $Pu.n(t)$.

В иной ситуации, когда сбыт продукции предприятия является убыточным и $Pc.c(t) < 0$, для скорости $\mathcal{E}c.c(t)$ становится благоприятным уменьшение скоростей изменения как затрат $Zc.c(t)$, так и коэффициента автономии $Kc.c(t)$: в этом случае критический уровень скорости $\mathcal{E}c.c(t)$ снижается, и рост рентабельности $Pu.n(t)$ обеспечить легче.

В целом влияние динамики величины затрат $Zc.c(t)$ и коэффициента автономии $Kc.c(t)$ при положительной и отрицательной рентабельности $Pc.c(t)$ на изменение критического уровня скорости оборачиваемости собственных средств предприятия $\mathcal{E}c.c(t)$ раскрывается в табл. 7.1.

В табл. 7.1, в зависимости от того, какой (прибыльной или убыточной) является реализация продукции предприятия, и уменьшения или увеличения (помечено значком « $\sqrt{\vee}$ ») скоростей изменения показателей $Zc.c(t)$ и $Kc.c(t)$ в последней колонке указано направление смещения критического уровня скорости $\mathcal{E}c.c(t)$. При этом очевидно, что конкретная величина этого сдвига определяется значениями входящих в формулу (7.6) показателей. Как видно из таблицы, в половине вариантов динамики показателей требуется дополнительный анализ, связанный с тем, что в этих ситуациях алгебраической сумме в правой части неравенства (7.6) не свойственно однонаправленное изменение: она может умень-

шаться или увеличиваться под влиянием численных значений показателей.

Таблица 7.1

Влияние динамики показателей $Zc.c(t)$ и $Kc.c(t)$ при прибыльной и убыточной деятельности на изменение критического уровня скорости $\mathcal{E}c.c(t)$

Показатели и характер изменения их значений	Затраты на 1 р. собственных средств предприятия $Zc.c(t)$		Доля собственных средств в имуществе предприятия $Kc.c(t)$		Изменение критического уровня скорости оборачиваемости $\mathcal{E}c.c(t)$
	Скорость изменения $Zc.c(t)$ уменьшается	Скорость изменения $Zc.c(t)$ увеличивается	Скорость изменения $Kc.c(t)$ уменьшается	Скорость изменения $Kc.c(t)$ увеличивается	
Прибыль от реализации продукции положительная, т.е. $Pc.c(t) > 0$	√		√		Требуется дополнительный анализ
	√			√	Снижается
		√	√		Повышается
		√		√	Требуется дополнительный анализ
Прибыль от реализации продукции отрицательная, т.е. $Pc.c(t) < 0$	√		√		Снижается
	√			√	Требуется дополнительный анализ
		√	√		Требуется дополнительный анализ
		√		√	Повышается

Исследование динамических свойств процесса поддержания эффективности использования средств предприятия углубляет представления об условиях наращивания его ресурсов и устойчивости предприятия в нестабильной внешней и внутренней среде. С этой целью в продолжение предыдущего обсуждения проведем анализ устойчивости процесса накопления прибыли, полагая, что она образуется в результате взаимодействия потоков поступления выручки от реализации продукции и отвлечения денежных средств на покрытие затрат на ее производство [456]. В этом случае скорость изменения запасаемой фактической прибыли $Pr.\phi(t)$ будет равна разности между скоростями пополнения выручки $B(t)$ и расходования средств — затрат $\mathcal{Z}(t)$, т.е.

$$\frac{d\Pi p.\phi(t)}{dt} = \frac{dB(t)}{dt} - \frac{dZ(t)}{dt}. \quad (7.7)$$

Сущность управления этим процессом будет заключаться в следующем: в результате принимаемых решений не допускать снижения аккумулируемой прибыли ниже планируемого уровня $\Pi p.\phi(t) > 0$ при любых колебаниях уровня затрат. Повидимому, для этого в качестве управляемого параметра лучше подходит выручка от продажи продукции, поскольку затраты на ее изготовление и сбыт относительно менее подвижны и потому хуже поддаются оперативному регулированию.

Чувствительным индикатором в задаче является разность между фактическим $\Pi p.\phi(t)$ и планируемым $\Pi p.n$ уровнями прибыли $[\Pi p.\phi(t) - \Pi p.n]$ и, в зависимости от соотношения этой разности со скоростью изменения затрат $Z(t)$, будет формироваться и управляющее воздействие на выручку $B(t)$, причем, в общем случае есть смысл ввести параметр β ($\beta > 0$), задавая который можно влиять на процесс обеспечения планируемого запаса прибыли $\Pi p.n$. Тогда, если, например, скорость нарастания затрат превышает приемлемое отклонение показателя фактической прибыли от планируемой с учетом параметра β

$$\frac{dZ(t)}{dt} \geq \beta [\Pi p.\phi(t) - \Pi p.n],$$

скорость увеличения выручки должна опередить угрожающий рост затрат и не допустить снижения уровня прибыли ниже планируемого. И, наоборот, если складывается благоприятное соотношение, когда скорость нарастания затрат уступает соответствующему расхождению показателей фактической и планируемой прибыли с поправкой на параметр β :

$$\frac{dZ(t)}{dt} < \beta [\Pi p.\phi(t) - \Pi p.n],$$

то выручка от продаж должна оставаться постоянной. В этом случае рост затрат до поры до времени не создает проблемы для предприятия, поскольку компенсируется «излишком» накопленной прибыли.

Объединяя оба неравенства, при такой постановке задачи скорость поступления выручки от реализации продукции $dB(t) / dt$ должна отвечать требованию:

$$\frac{dB(t)}{dt} = \begin{cases} \frac{dZ(t)}{dt} - \beta [Пр.ф(t) - Пр.н], & \text{если } \frac{dZ(t)}{dt} \geq \beta [Пр.ф(t) - Пр.н], \\ 0, & \text{если } \frac{dZ(t)}{dt} < \beta [Пр.ф(t) - Пр.н]. \end{cases}$$

Задача упрощается, если принять во внимание то обстоятельство, что регулирование запаса прибыли наступает в том случае, когда затраты $Z(t)$ повышаются ($dZ(t)/dt > 0$), а уровень фактической прибыли $Пр.ф(t)$ ниже, чем плановой $Пр.н$, и поэтому их разность отрицательна: $[Пр.ф(t) - Пр.н] < 0$. Вследствие этого скорость нарастания затрат начинает превышать допустимое отклонение показателя фактической прибыли от планируемой. В такой нежелательной ситуации для целей управления существенно лишь условие, «включающее» механизм увеличения выручки от реализации продукции. В результате задача сводится к решению уравнения:

$$\frac{dB(t)}{dt} = \frac{dZ(t)}{dt} - \beta [Пр.ф(t) - Пр.н].$$

С подстановкой в выражение (7.7) полученного равенства приходим к дифференциальному уравнению

$$\frac{dПр.ф(t)}{dt} = -\beta [Пр.ф(t) - Пр.н].$$

Для дальнейшего анализа представим это уравнение в виде:

$$\frac{1}{\beta} \frac{dПр.ф(t)}{dt} + Пр.ф(t) = Пр.н \quad (7.8)$$

и приступим к поиску его решения, которое складывается из суммы произвольного частного решения $Пр.ф_ч(t)$ и общего решения $Пр.ф_{оо}(t)$ этого уравнения, т.е.

$$Пр.ф(t) = Пр.ф_ч(t) + Пр.ф_{оо}(t). \quad (7.9)$$

Частное решение уравнения (7.8) представляет собой плановую прибыль $Пр.н$ и поэтому принимаем

$$Пр.ф_ч(t) = Пр.н. \quad (7.10)$$

Теперь найдем общее решение однородного дифференциального уравнения:

$$\frac{1}{\beta} \frac{d\text{Пр.}\phi(t)}{dt} + \text{Пр.}\phi(t) = 0,$$

для чего составим его характеристическое уравнение:

$$\frac{1}{\beta} p + 1 = 0,$$

откуда корень этого уравнения

$$p = -\beta \quad (7.11)$$

есть действительное число. Ввиду этого общее решение будет иметь вид:

$$\text{Пр.}\phi_{\text{ос}}(t) = \theta \cdot e^{pt} = \theta \cdot e^{-\beta t}, \quad (7.12)$$

а полное решение (7.9) уравнения объединит частное (7.10) и общее (7.12) решения

$$\text{Пр.}\phi(t) = \text{Пр.}\phi_{\text{ч}}(t) + \text{Пр.}\phi_{\text{ос}}(t) = \text{Пр.}n + \theta \cdot e^{-\beta t}. \quad (7.13)$$

Постоянную θ найдем, полагая, что в начальный момент времени имеем некоторый запас прибыли $\text{Пр.}\phi(0)$, и поэтому в соответствии с выражением (7.13) при $t = 0$ начальное условие

$$\text{Пр.}\phi(0) = \text{Пр.}n + \theta \cdot e^{-\beta \cdot 0} = \text{Пр.}n + \theta$$

нам дает значение постоянной

$$\theta = \text{Пр.}\phi(0) - \text{Пр.}n.$$

Оно обладает прозрачным экономическим смыслом: величина постоянной θ есть не что иное, как отклонение исходного запаса фактической прибыли от ее планового значения.

Таким образом, согласно (7.13), находим искомое решение уравнения (7.8) в виде

$$\text{Пр.}\phi(t) = \text{Пр.}n + [\text{Пр.}\phi(0) - \text{Пр.}n] \cdot e^{-\beta t}, \quad (7.14)$$

которое приводит к заключению о том, что, независимо от начального условия, с течением времени ($t \rightarrow \infty$) налицо тенденция: $\text{Пр.}\phi(t) \rightarrow \text{Пр.}n$. Тем самым при любом «стартовом» запасе прибыли $\text{Пр.}\phi(0)$ ее фактическая величина $\text{Пр.}\phi(t)$ неуклонно приближается к плановой прибыли $\text{Пр.}n$, свидетельствуя об **асимптотической устойчивости в целом (глобальной устойчивости)** показателя фактической прибыли при выбранном условии ее регулирования (рис. 7.5). Заметим, что с математической точки зрения этот вывод вытекает уже из того, что при

положительном β действительный корень (7.11) характеристического уравнения $p = -\beta$ имеет отрицательный знак (см. § 3.1).

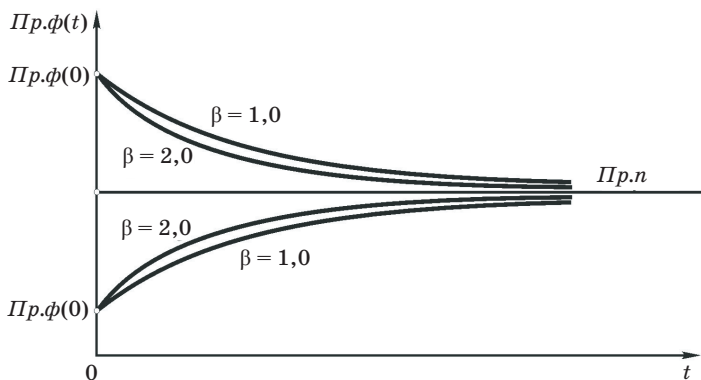


Рис. 7.5. Асимптотическая устойчивость в целом показателя $\text{Пр.ф}(t)$

Выводы:

- устойчивость показателя $\text{Пр.ф}(t)$ является асимптотической в целом, поскольку не связана ограничением отклонения начального запаса прибыли $\text{Пр.ф}(0)$ от плановой Пр.п. . Иными словами, какой бы ни была сумма прибыли в исходный момент времени, фактическая прибыль в ходе регулирования стремится к ее запланированному значению (рис. 7.5). Обратим внимание: абсолютная устойчивость в целом соблюдается и при отрицательной величине начального запаса прибыли ($\text{Пр.ф}(0) < 0$). В последнем случае, несмотря на убыточность реализуемой продукции, при успешном регулировании продаж остается возможным не только обеспечение окупаемости затрат, но и достижение плановой величины прибыли Пр.п. ;

- коэффициент β влияет на скорость процесса приближения величины фактической прибыли $\text{Пр.ф}(t)$ к плановой Пр.п. , поскольку с увеличением β ($\beta > 1$) уменьшается второе слагаемое в выражении (7.14), и этот процесс протекает быстрее. Следовательно, чем больше уровень β , тем скорее (разумеется, при надлежащем регулировании) осуществляется ее движение к плановой величине прибыли (рис. 7.5);

- с нулевым запасом фактической прибыли в начальный момент времени при $t = 0$, когда величина $\text{Пр.ф}(0) = 0$, выражение (7.14) преобразуется к виду:

$$\text{Пр.}\phi(t) = \text{Пр.н}(1 - e^{-\beta t}),$$

которое формализует асимптотически устойчивую в целом систему и графически представляет собой соответствующую зависимость (рис. 7.6);

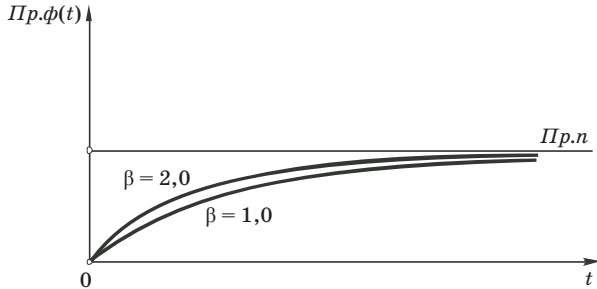


Рис. 7.6. Асимптотическая устойчивость в целом показателя $\text{Пр.}\phi(t)$ при нулевом запасе фактической прибыли при $t = 0$

- с совпадением величин начального запаса фактической и плановой прибыли при $\text{Пр.}\phi(0) = \text{Пр.н}$, согласно выражения (7.14), достигается намеченная цель: равенство фактической $\text{Пр.}\phi(t)$ и плановой Пр.н прибыли, и необходимость регулирования описываемого процесса в этом случае отпадает.

Благодаря представленным аналитическим методам и инструментам, удастся своевременно принимать решения и обеспечивать требуемую степень эффективности использования ресурсов предприятия. Становится возможным погашение недопустимых колебаний уровня эффективности, стабилизация ее траектории и тем самым сохранение устойчивости контролируемых показателей деятельности предприятий.

8. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВРИСТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ И ЗНАНИЙ

8.1. Интеллектуализация и гибкость планирования производственной программы предприятий

В неопределенной экономической ситуации приоритет принадлежит разработке управленческих решений, направленных на обеспечение устойчивости предприятия в динамичной среде. С этих позиций уместно не только высказать предположение, но и подвести под него убедительное обоснование: информационные ограничения, целевое пространство предприятия и искомые решения находятся во взаимосвязи, которая может быть интерпретирована в рамках представлений теории нечетких множеств. Очевидно, что состав и количество накопленной информации зависят от профиля производственной деятельности и обуславливают устойчивость предприятия, поскольку уменьшение их ниже критического объема влечет за собой разбалансированность и дефицит ресурсов, а значит, и потерю нормального режима работы. Ведь сохранение его в возмущенной среде невозможно без ресурсного обеспечения, компенсирующего влияние помех и поддерживающих допустимый режим производства и обмена ресурсами предприятия со своим окружением.

Проблематичность подобного рода задачи и принципиальная неустрашимость неопределенности будущего поведения субъектов рынка предполагают применение *теории нечетких множеств* для разработки управленческих решений с целью обеспечения устойчивости промышленных предприятий. *Притягательность аксиоматики нечетких множеств состоит в применении лингвистических переменных, способных передать оттенки субъективных суждений человека и тем самым восполнить дефицит плохо формализуемой эвристической информации в системах принятия решений.* «Жертвуя точностью перед лицом ошеломляющей сложности, естественно изучить возможность использования

так называемых лингвистических переменных, т.е. переменных, значениями которых являются не числа, а слова или предложения в естественном или формальном языке», — писал родоначальник теории нечетких множеств Л. Заде (L. Zadeh) [141, с. 10]. Провозглашая *принцип несовместимости*, он утверждал, что в гуманистических (с участием человека) системах высокая точность несовместима с большой сложностью, или более конкретно: они в первом приближении обратно пропорциональны друг другу.

В нашей литературе отмечали общность методологических предпосылок и связь концепции нечеткости с проблемами устойчивости. Существуют два различных подхода к учету неопределенности: один из них не интересуется неопределенностью исходных данных и обращен к поиску точного модельного решения и лишь затем уже к оцениванию его вариации по отношению к колебаниям исходных данных, что представляет собой реализацию общей схемы устойчивости; второй подход, в отличие от первого, принимает во внимание неопределенность на всех этапах обработки, для чего допускает описание неопределенности исходных данных в терминах нечетких множеств (А.И. Орлов [290]).

Следуя второму подходу, лингвистическая переменная «устойчивость» может иметь лингвистические значения: «низкая», «пониженная», «умеренная», «достаточная», «высокая» и другие. И поскольку границы между этими значениями носят размытый характер, то и описывающие их множества также лишены строгих очертаний, являются нечеткими и напоминают «человекоподобный» стиль мышления. В результате *моделируемое решение воплощает в себе не только количественные, но и качественные знания, благодаря чему становится более емким и интеллектуальным в ходе планирования деятельности предприятия в условиях информационного «разряжения».*

Алгоритмы этой теории выполняют поиск решений в пространстве расплывчатых целей и ограничений, а именно: пересечение тех и других и дает искомое нечеткое решение в виде размытого множества [39]. Для этого и цель, и ограничение задаются как непрерывные функции μ (называемые функциями принадлежности к определенному классу объектов) от некоторой переменной x (рис. 8.1).

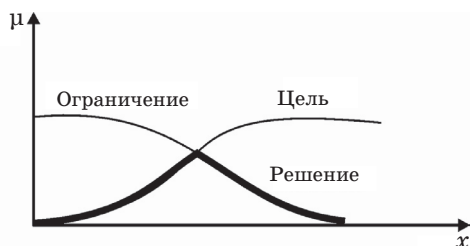


Рис. 8.1. Нечеткое решение как пересечение цели и ограничения

Например, цель предприятия может выражаться следующим расплывчатым образом: «Стремиться к более или менее значительному приросту объема производства продукции». Аналогично и накладываемые в задаче ограничения могут иметь нечеткую формулировку: «Обеспечить по возможности устойчивый ритм выпуска продукции» или «Не допускать большой перегрузки производственных мощностей предприятия». Найденное в этой неопределенной ситуации решение, очевидно, будет тоже размытым, что и свойственно мыслительному процессу человека.

Специалисты отмечают, что такой подход лучше всего соответствует психологии аналитиков, склонных часто оперировать эвристическими оценками и при дефиците информации вынужденных полагаться не на точные, а на приближенные решения. В этом отношении уместно привести категоричное мнение Н. Винера (N. Wiener) по поводу точности экономических величин: «Приписывать таким неопределенным по самой своей сути величинам какую-то особую точность бесполезно и нечестно, и, каков бы ни был предлог, применение точных формул к этим слишком вольно определяемым величинам есть не что иное, как обман и пустая трата времени» [79, с. 100].

Кроме того, поиск лучшего планового решения подразумевает исследование и учет психологических характеристик диалога, познания и личности пользователей систем поддержки принятия управленческих решений. Ввиду этого появляется необходимость представлять в этих системах не только знания о предметной среде, но и психологические знания о человеке («модель пользователя»), разрабатывать методы контроля за функционированием компьютера. Здесь в фоку-

се анализа оказываются прежде всего интеллектуальные решения, которые свойственны ситуациям со скрытыми, неявными альтернативами [189].

Такие решения аналитиками подразделяются на жестко алгоритмические, эвристические и продуктивные (творческие). Если первые отыскиваются в результате применения заданных правил, вторые используют критерии (эвристики), ограничивающие пространство возможностей и тем способствуют избирательности поисковой модели, то третьи включают психологические новообразования, которые возникают у аналитика в ходе самого процесса принятия решения (порождение новых целей, мотивов, установок и т.п.). Тем самым творческие решения по своей природе противоположны алгоритмическим, поскольку сам поиск строго не регламентирован и претерпевает процесс функционального развития по мере его развертывания, психическая трансформация предшествует и подготавливает получение новых конечных результатов (продуктов). Понятно, что на практике происходит сложное переплетение, синтез этих типов решений, и «доля» каждого из них в общем решении продиктована конкретной ситуацией.

Специалисты считают, что компьютер как средство интеллектуальной деятельности выдвигает особые требования к мышлению аналитика, требует от него активного понимания проблемы и познавательной инициативы. Свою роль играют и мотивационные факторы, которые взаимодействуют с осознанной саморегулирующей стратегией, т.е. с процессом подготовки принятия решений в виде промежуточных микрорешений при следовании целям разной значимости и обоснованности в ходе диалога с компьютером.

Нельзя забывать и о том, что задачу нахождения решения формулирует и организует лицо, принимающее решение (ЛПР), обладающее своими жизненными приоритетами, мотивами, опытом руководства производственной системой, что индивидуализирует систему поддержки принятия управленческих решений. От интеллекта ЛПР, его восприятия текущей ситуации, проницательности и умения предвидеть ее будущее зависит исход поиска решения. Поэтому глубина проработки решения определяется личностными свойствами ЛПР и его ресурсным оснащением: объемом и достоверностью используемой информации, экономико-математическими моделями

ми, программно-вычислительными, техническими и иными средствами его обеспечения.

На этом фоне плановое решение и задает деятельности производственной системы «вектор» устойчивого движения к намеченным показателям с учетом располагаемых интеллектуальных, информационных, алгоритмических, программных, технических и других ресурсов. Условиями же разработки планового решения выступает информационно-интеллектуальная среда задачи, насыщенная отмеченными выше взаимосвязанными факторами воздействия на ход поиска и принятия плана.

Наряду с этим, вывод предприятия индустрии на устойчивый режим функционирования требует также разработки моделей гибкого планирования дискретного производства, способных варьировать ресурсными ограничениями в допустимых пределах, в отличие от жестких традиционных экономико-математических моделей. А они строго соблюдают выполнение формальных равенств и неравенств и лишены свойства ослаблять введенные ограничения, в то время, как мозг человека, не располагая большой вычислительной мощностью, обычно без усилий находит приемлемое (но, разумеется, не всегда оптимальное) решение, удовлетворяющее только отчасти учитываемым условиям.

Однако, поскольку управление устойчивостью предприятия страдает отсутствием полноты исходных данных и тем самым оптимизация плана производства проводится на основе выдвинутых допущений, то и само решение неизбежно будет носить приближенный характер. Ввиду этого *нехватка информации побуждает привить алгоритмам оптимизации способность воспринимать и обрабатывать как количественную, так и качественную (эвристическую) информацию. Тогда станет возможным органично увязать преимущества оптимизации и гибкого процесса отыскания решений в моделях планирования производства, что и будет удовлетворять требованиям управления устойчивостью промышленного предприятия в довольно неопределенной и подвижной среде.*

Между тем следует сказать, что еще в дорыночный период наши экономисты ощутили необходимость повышения гибкости оптимизации планов дискретного производства. Дело в том, что на практике в моделях планирования производства подчас

возникала противоречивость, вызванная несовместимостью вводимых в них ограничений, например, на располагаемые ресурсы и объем выпуска продукции. Поэтому моделируемое плановое решение в создавшейся ситуации заведомо блокировалось отсутствием общей области накладываемых ограничений. Специалисты обращали внимание на причины такого аномального положения: ресурсный дефицит, завышенные плановые задания, неточность экономической информации и др. Конечно, подобные проблемы не всегда заводили в тупик, поскольку могли быть «развязаны» приведением несовместных ограничений к согласованности между ними. Но все же специалисты искали и предлагали методы математической коррекции противоречивых моделей линейного программирования (см., например, [65; 135]).

В задачах планирования производства продукции такая ситуация нередко появлялась, в частности, из-за необходимости найти рациональное сочетание таких порой противоречивых требований, как равномерность загрузки подразделений и изготовление в срок продукции. Ведь стремление обеспечить размеренный ход производства может обернуться срывом выгодного заказа, и, наоборот, ускорение его выполнения способно вызвать перегрузки в работе подразделений. Приобретающая в этой связи актуальность задача одновременной оптимизации производственной программы (объемного планирования) и ее распределения по календарным периодам (кварталам и месяцам), относящаяся к классу задач объемно-календарного планирования, имела несомненные экономические доводы. По оценке Н.П. Федоренко, решение такой задачи дает возможность примерно на 12–15% улучшить загрузку мощностей и, благодаря более равномерной загрузке рабочих мест, оптимизации заделов незавершенного производства, ускорению оборачиваемости оборотных средств сократить длительность производственного цикла изделий на 10–20% [401].

Ясно, что для сохранения устойчивости предприятия требуется обладать возможностью варьирования показателями в достаточно широком диапазоне, и потому подобного рода «некорректные» задачи должны найти математический способ решения и поиска разумного компромисса.

С этих позиций наиболее типичные методы формирования производственной программы предприятий могут быть систематизированы следующим образом [440]:

- подход, ориентированный лишь на неперевышение фонда времени работы оборудования (С.А. Думлера [133]);
- подходы, ориентированные на равномерную загрузку оборудования и не содержащие показатели недогрузки и перегрузки оборудования (А.И. Неймарка и С.А. Соколицына [271], Р.М. Петухова и М.В. Недлиной [300]);
- подходы, ориентированные на равномерную загрузку оборудования и уже учитывающие показатели степени приближения трудоемкости месячной программы к среднемесячному объему работ (Л.И. Смоляра и Ф.И. Бинштока [365]) или допустимого отклонения от расчетного фонда времени (К.Г. Татевосова и Р.П. Шейнмана [383]);
- подход, минимизирующий суммарные затраты и учитывающий показатели как недогрузки, так и перегрузки оборудования (С.А. Соколицына [367]);
- подход, минимизирующий сумму взвешенных перегрузок и недогрузок (Б.Я. Курицкого, В.В. Персианова и Ю.А. Сокурченко [203], С.А. Соколицына [368]) или учитывающий затраты от недогрузки оборудования (В.А. Дуболазова [369]).

Выстроенные в хронологическом порядке (по времени опубликования), эти подходы вместе с тем раскрывают тенденцию постепенного отхода от строгости выполнения ограничений и наращивания компромиссности задач. Если в первых из них имели право на существование лишь недогрузки оборудования относительно указанного фонда времени $\Phi_{oj\tau}$ j -ой группы оборудования в τ -ом периоде времени, а перегрузки не допускались совсем (рис. 8.2), то предложенные позже подходы уже больше отвечали действительности, так как учитывали показатели не только недогрузки $\Phi_{oj\tau} - \Delta\Phi_{oj\tau}$, но и перегрузки $\Phi_{oj\tau} + \Delta\Phi_{oj\tau}$ (рис. 8.3), где $\Delta\Phi_{oj\tau}$ — допустимая величина отклонения от фонда времени.

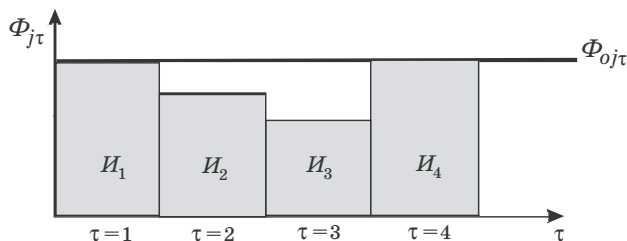


Рис. 8.2. Ограничение на перегрузки и допущение недогрузок оборудования

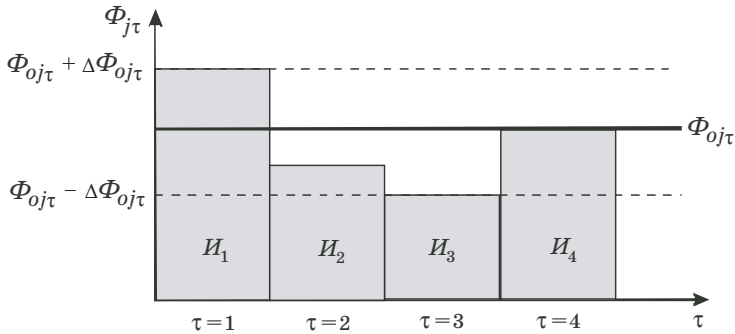


Рис. 8.3. Ограничения, допускающие недогрузки и перегрузки оборудования

Отмечая особенности этих задач, необходимо сказать и о том, что одинаково присуще всем им. Их компромиссность зиждется на варьировании численных значений лимитирующих показателей, обычно фонда времени работы оборудования и некоторых стоимостных показателей (объема товарной продукции, прибыли от ее реализации и др.). В последнем подходе фигурируют показатели перегрузок оборудования с некоторыми весами (штрафами), задающими меру отклонений от заданного фонда времени $\Phi_{oj\tau}$ работы оборудования и профиль загрузки по недогруженным периодам (рис. 8.4).

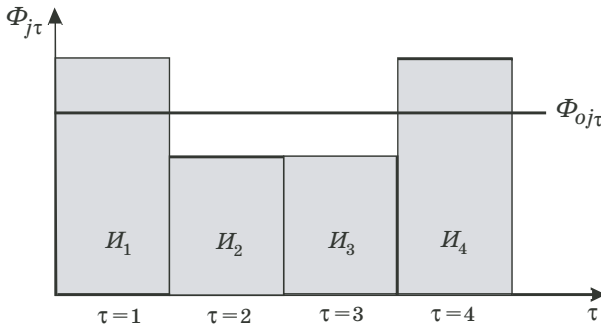


Рис. 8.4. Ограничения, допускающие недогрузки и перегрузки оборудования с улучшенным профилем загрузки по недогруженным периодам

Такие методы, безусловно повышающие гибкость планирования, отнюдь не затрагивают конструкцию самой модели

формирования плана производства (МФПП). Иными словами, математическое неравенство или равенство в ограничении остается «непреклонным» и исключает любую возможность его нарушения в ходе планирования производства.

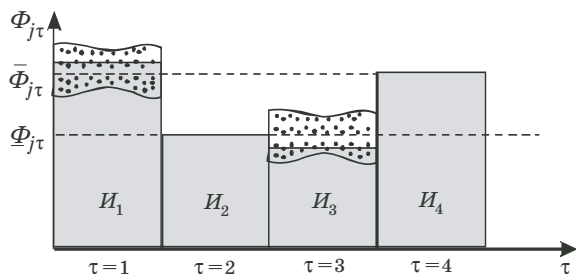
Однако по мере роста разнообразия состояний производственной системы предприятия резонно ослабить их строгость и разрешить приближенное выполнение этих неравенств или равенств. Практически это выражалось бы в том, что ограничения в МФПП были бы «смягчены»: неперевышение какого-то ресурса допускало в случае надобности «перерасход» его, ограничение снизу — снижение показателя за этот порог, а равенство выдерживать примерно. При этом по понятной причине степень размытости ограничений не может выходить за фиксированные пределы и должна быть величиной регулируемой.

Кстати, такой подход позволяет обойти и другую проблему, о которой нередко забывают при разработке моделей производственного планирования. Речь идет о том, что указание точных ограничений в оптимизационных моделях наталкивается на трудности, связанные с многомерностью математического описания и сопровождением его поиском большого объема информации. Об этой проблеме в свое время озабоченно писал В.М. Глушков: «В классических постановках оптимизационных задач труд, который необходимо затратить для точного задания границ области, не принимается во внимание. Между тем этот труд далеко не полностью поддается процессу формализации и автоматизации и зачастую оказывается гораздо более громоздким и длительным, чем последующее решение на ЭВМ самой оптимизационной задачи» [103, с. 2]. Возникающий в этом случае расход ресурсов на информационное обеспечение задачи не всегда оправдывает себя и лишь снижает достигаемый решением задачи эффект.

Для формирования таких размытых ограничений (рис. 8.5) вместе с системой из m подсистем по n обычных двойных неравенств в каждой

$$\left\{ \left\{ a_{ij} \leq x_i < b_{ij} \right\}_{i=1}^n \right\}_{j=1}^m \quad (8.1)$$

задается скаляр $\alpha \in (0, 1]$, сообщающий степень удовлетворения решения $x \equiv (x_1, x_2, \dots, x_n)$ этой системе ограничений.



$\Phi_{j\tau}^-$, $\Phi_{j\tau}^+$ — предельные уровни недогрузки и перегрузки оборудования соответственно

Рис. 8.5. Допущение недогрузок и перегрузок оборудования в модели с размытыми ограничениями

В результате модель приобретает желаемую гибкость, а ее способность к компромиссам (допускаемой мере нарушений ограничений) задается параметром α в полном диапазоне: от предельно жесткой МФПП до самой гибкой МФПП. Такая модель отвечает задаче математического программирования с линейной целевой функцией и размытыми ограничениями [429; 459].

Применение этой модели может осуществляться следующим образом. Для предприятий с относительно стабильным производственным процессом и умеренным разнообразием состояний формирование плана производства сравнительно просто, поскольку распределение выпуска продукции по интервалам года не влечет за собой заметных перегрузок и недогрузок производственной системы. В этом случае нет необходимости «размывать» ресурсные ограничения (8.1), которые остаются строгими (ограничениями в обычном смысле), и вполне приемлем параметр $\alpha = 1,0$. По мере снижения степени стабильности производства и увеличения разнообразия состояний предприятия распределение выпуска продукции сопровождается появлением в отдельных интервалах перегрузок и недогрузок, в связи с чем $\alpha < 1,0$ и, уменьшаясь, удаляется от единицы в сторону нуля, и потому ограничения размываются сильнее и сильнее. Чем больше разнообразие состояний предприятия (что содержит в себе возможность нарастания неравномерности загрузки производственной системы), тем меньше задается значение α , вследствие чего ресурсные ограничения (8.1) раздвигают пре-

делу возможных перегрузок и недогрузок групп оборудования. Причем даже в том случае, когда часть производственной программы уже предопределена и модель работает в режиме «до-счета», задача нахождения оптимального варианта плана выпуска продукции не снимается и по-прежнему имеет смысл и математическое решение, на что указывали Л.В. Канторович и И.В. Романовский. Благодаря этому удается регулировать меру «размытости» ресурсных ограничений и находить компромиссное плановое решение, обеспечивая устойчивость производственных систем предприятия.

Подчеркнем, что применение теории нечетких множеств в экономических исследованиях пока еще не нашло широкого распространения и нуждается не только в теоретическом осмыслении, но и в анализе практических приложений. Вместе с тем не вызывает сомнений, что *для гибкости планирования производства в условиях неполноты исходной информации необходимо добиваться синтеза обычных количественных и эвристических методов поиска и обоснования «интеллектуальных» плановых решений. А для этого алгоритмы нечетких множеств предоставляют богатые возможности, объединяя в себе математическую строгость и присущую нам эвристическую природу мышления.*

8.2. Принцип сложности и объективизация классификации производственных систем

Вышеизложенное обуславливает успех адаптивного управления производственными системами степенью приближения алгоритмов к специфике деятельности этих систем, что достигается на этапе структурной адаптации выбором адекватной модели планирования производства и ее последующей настройкой на ожидаемый режим на этапе параметрической адаптации системы управления. Для этого предварительно проводится параметризация производственных систем и задач планирования и с помощью параметров выделяются определенные типы базовых моделей планирования производства. Они и образуют логически выстроенный модельный ряд, который отвечает многообразию производственных систем и алгоритмическим особенностям управления ими.

При таком подходе движение от одного класса к другому протекает с изменением разнообразия состояний производственных систем непрерывно и постепенно, ввиду чего множество всех классов чрезвычайно велико. Но объективная классификация и требует, чтобы число возможных классов значительно превосходило число классифицируемых элементов. Тогда можно не опасаться, что разбиение совокупности систем будет определяться выбранными классами, и какой-то признак классификации окажется вне поля зрения.

Проведенное упорядочение классов производственных систем по степени их сложности позволяет прийти к заключению, что класс более сложных систем «покрывает» собой класс менее сложных. Иными словами, классы производственных систем с позиций формальной логики образуют последовательность вложенных множеств:

$$П_1 \subset П_2 \subset \dots \subset П_D$$

и каждый класс, начиная со второго, включает в себя предыдущий. Таким образом, некоторый класс при процедуре упрощения может быть сведен к любому другому классу, который в этой последовательности занимает предшествующее положение.

Под упорядочением в данном случае понимается уменьшение разнообразия состояний производственных систем, что обеспечивается рациональным выбором, во-первых, числа запускаемых в производство типов изделий (заготовок, деталей, узлов, сборочных единиц и др.), технологических операций над ними и масштаба производства изделий, и, во-вторых, необходимых для их изготовления рабочих мест и связей между ними.

На этом основании в качестве первичной производственной системы (ПС) примем рабочее место (РМ), которое «характеризуется пространственными, организационными, технологическими, техническими, социальными и экономическими параметрами, каждый из которых обладает множеством признаков и свойств, находящихся в системной взаимосвязи и взаимообусловленности» (В.Ф. Ершов [136, с. 6]).

Для РМ снижение разнообразия состояний выполняется сокращением числа типов изготавливаемых изделий и обоюдным уменьшением неоднородности и нерегулярности состояний. В ходе этого процесса смена состояний РМ утрачивает хаотичность и обретает закономерность, что упроща-

ет планирование деятельности РМ. А это уже говорит о том, что при условии сокращения многообразия деталей операций и гармоничного сочетания их, оно обращается в РМ меньшей сложности, которое, в свою очередь, может стать еще проще при том же условии.

В ПС более высокого уровня — участка, цеха, предприятия — входящие в них РМ охватываются маршрутом технологии изготовления изделий, и между ними устанавливаются организационно-технологические взаимосвязи (рис. 8.6–8.8).

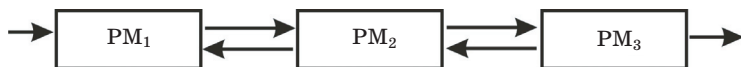


Рис. 8.6. Схема организационно-технологических взаимосвязей между РМ

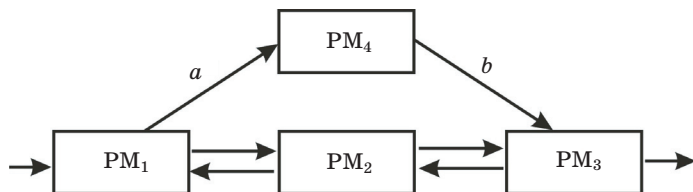


Рис. 8.7. Усложненная схема организационно-технологических взаимосвязей с добавлением РМ₄ и появлением связей *a* и *b*

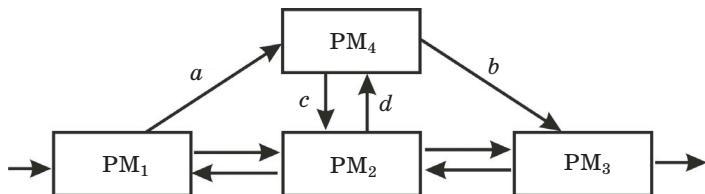


Рис. 8.8. Еще более сложная схема организационно-технологических взаимосвязей с дополнительными связями *c* и *d*

В первой ПС три РМ после выполнения своих операций передают друг другу обработанные изделия (см. рис. 8.6).

Введем в ПС еще одно рабочее место (РМ₄) и включим в технологическую цепочку с РМ₁ и РМ₃ (см. рис. 8.7).

Вторая схема сложнее первой и структурно «покрывает» ее: она вновь становится исходной (см. рис. 8.6) с прекращением действия связей *a* и *b* и (или) исключением РМ₄ как эле-

мента данной ПС. Охватим теперь маршрутом технологии PM_2 с PM_4 (см. рис. 8.8).

Последняя схема является наиболее общей и самой сложной из приведенных трех. Она вырождается во вторую схему (рис. 8.7) с отсечением связей c и d и первую (рис. 8.6) с отсечением этих и оставшихся a и b связей с PM_4 , что равносильно исключению PM_4 из ПС.

Подобное свойство сложности следует признать и за моделями формирования плана производства (МФПП) промышленной продукции. Действительно, исходя из их адекватности классам предприятий, правомерно принять: МФПП со снижением степени интеграции моделей объемного планирования (ОП) и объемно-календарного планирования (ОКП) трансформируется в МФПП менее сложной ПС, т.е. МФПП становятся проще в структурном отношении, что достигается опущением связей между моделями ОП и ОКП.

Как видим, *структурное перестроение МФПП мотивируется необходимостью взаимоувязки ОП и ОКП из-за выполнения на РМ неоднородных и нерегулярных деталиеопераций*. Чем больше таких РМ на предприятии¹, тем теснее переплетаются модели ОП и ОКП. В самом деле, если допустить, что PM_4 на второй схеме (рис. 8.7) имеет массовый тип производства, то планирование для него может проводиться автономно от планирования работы PM_1 , PM_2 , PM_3 . На самой сложной по структуре третьей схеме (рис. 8.8) PM_4 может быть богаче по разнообразию своих состояний, и планирование его работы уже не может проходить независимо от PM_1 , PM_2 , PM_3 .

Согласимся с В.А. Петровым в том, что «тип производства отражает характер внутренних связей между основными элементами производственного процесса на каждом отдельном и всей совокупности рабочих мест. То или иное число связей выражает одновременно и степень постоянства производственных условий (состояния всех элементов) на рабочих местах при выполнении заданных работ (операций)» [299, с. 33]. Но чем сложнее взаимосвязи в организационно-технологической структуре предприятия, тем сложнее оказывается последовательность принятия решений по планированию.

¹ В частности, на предприятиях электротехнической промышленности разные типы производства встречаются не только на одном заводе, но и в одном цехе и нередко на одном участке.

О тенденции роста разнообразия состояний предприятий свидетельствует сокращение удельного веса тех из них, которые выпускают продукцию массового и крупносерийного производства, и увеличение доли предприятий среднесерийного, мелкосерийного и единичного типа. По обследованию ряда машиностроительных предприятий Москвы уже в 70-х годах прошлого века их насчитывалось более половины (44 завода из 76), тогда как предприятий массового и крупносерийного производства всего лишь 18. При этом среди обследованных предприятий не было ни одного, на котором производство можно было бы отнести к одному типу, поскольку на заводах сочетались различные типы производства [173].

Практика показывает: в зависимости от типа предприятий складывается своя структура рабочих мест в разрезе их типов производства [67, с. 18; 134, с. 50]. Так на заводах массового и крупносерийного производства планируются и регулярно повторяющиеся работы (на этих заводах примерно 55% РМ массово-поточного типа), и не относящиеся к таковым (для остальных 45% РМ). В подобном случае плановые задания РМ массово-поточного типа производства в силу постоянства выполняемых на них однородных деталяеопераций не нуждаются в специальном согласовании с заданиями для РМ, загруженных разными и нерегулярными деталяеоперациями. Поэтому в целом степень интеграции моделей ОП и ОКП еще не высока.

На предприятиях серийного производства доля РМ с массово-поточным типом производства падает до 15%, а с другими типами соответственно возрастает. На МФПП дополнительно возлагается календарное распределение деталяеопераций, носящих неоднородный и нерегулярный характер. Чтобы состыковать эти деталяеоперации и сомкнуть модели ОП и ОКП для подавляющей части (85%) РМ, приходится повышать степень интеграции моделей ОП и ОКП.

Ничтожно малую величину (около 5%) составляют РМ массово-поточного типа производства на предприятиях единичного и мелкосерийного производства. Можно сказать, что на этих предприятиях почти все РМ в той или иной мере требуют календарной привязки деталяеопераций, и от того степень интеграции моделей ОП и ОКП становится еще большей.

В последнем случае модели ОП и ОКП уже неразличимы в общей МФПП, поскольку полностью интегрируются друг с

другом. Ведь абстрактным выглядело бы планирование, допустим, разовых деталяеопераций вне времени их выполнения, т.е. без попутного решения распределительной календарной задачи. Вместе с тем ясно, что разработка плана производства не может полагаться только на характер выпуска продукции предприятия в целом, пренебрегая типами РМ: обоснование плана требует учета специфики работы всех РМ, образующих конкретное предприятие.

Интегративность ОП и ОКП создает МФПП, отличную от ее составных частей, и поэтому правомерно ожидать появления у нее свойства, которое отсутствует у каждой из моделей ОП и ОКП в отдельности. Такое свойство эмерджентности МФПП подразумевает, что ее усложнение должно сопровождаться повышением гибкости процесса планирования производства.

Мы уже знаем, что с ростом разнообразия состояний ПС недостаток гибкости у МФПП отнюдь не компенсируется экстремальностью моделируемого плана. Ведь вводимые в задачу ограничения являются жесткими и не признают какого бы то ни было нарушения математических условий. А это не всегда диктуется смыслом решаемой задачи и практической целесообразностью. Порой благоразумно поступиться строгостью выполнения некоторых ограничений, чтобы не вызвать ухудшения других, более существенных показателей. «Чем многообразней состав изделий в производственной программе, чем больше в нем удельный вес нерегулярно повторяющейся и единичной продукции, — писал К.Г. Татевосов, — тем сложнее становится задача рационального распределения программы, а математические равенства объемов необходимых и имеющихся ресурсов в каждом отрезке планового года обосновать практически нельзя» [384, с. 35]. *Для придания МФПП реалистического характера и меньшей жесткости рост разнообразия состояний ПС по закону необходимого и достаточного разнообразия должен поддерживаться наращиванием состояний МФПП: только разнообразие состояний управляющей подсистемы может справиться с разнообразием состояний управляемой подсистемы.* Поэтому МФПП должна допускать требуемое разнообразие состояний и тем самым обеспечить отвечающую им сложность и гибкость планирования, что достигается совмещением ОП и ОКП в ряде предложенных методов, о чем шла речь в § 8.1.

Обобщим проведенное обсуждение, имея в виду и результаты нашего исследования примечательных черт прогресса ПС (§ 5.2). Стремительный рост и частое обновление номенклатуры продукции привели к тому, что в течение более, чем семидесяти лет, в нашей индустрии проходило и продолжается снижение серийности ее выпуска. Сопровождая этот процесс, задача формирования плана производства в своем историческом и логическом развитии прошла путь от конгломерата не связанных между собой моделей ОП и ОКП для массового производства до полной интеграции их для единичного производства.

С системных позиций это означает, что повышению разнообразия состояний ПС при переходе от массового к единичному типу необходимо противопоставить наращивание сложности и гибкости МФПП, в результате чего устанавливается адекватность специфики организации и планирования производства. Более сложная система включает в себя менее сложную и вместе с упрощением ПС происходит вырождение МФПП в более простую, что проявляется в степени строгости выполнения ресурсных ограничений в МФПП. В этом находят применение закономерность гармоничного взаимодействия и взаимообусловленности управляемой и управляющей подсистем и принцип сложности, согласно которому в процессе проектирования систем управления целесообразно обеспечить необходимое качество управления при минимальной сложности разрабатываемой системы (В.В. Солодовников, В.И. Тумаркин [370]).

Теперь осталось перенести представления об объективизации классификации ПС в сферу их типологии для использования в адаптивном управлении ими: речь пойдет о более тонкой параметрической адаптации МФПП.

8.3. Типология производственных систем и повышение адаптивности их поведения

В роли параметра, вызванного микроподходом к исследованию предприятия и обеспечивающего привязку МФПП к условиям деятельности конкретной ПС, выступает ее тип производства (от РМ до предприятия). Определяемый однородностью и регулярностью состояний системы, тип производства

ПС динамичен и настраивает выбранную МФПП на требуемый режим работы, что улучшает адаптивные свойства модели.

Логично предположить, что по мере роста разнообразия состояний ПС, ее тип последовательно переходит от массового к серийному, а затем к единичному. При этом подразумевается, что *массовому типу производства соответствуют максимальные однородность и регулярность деятельности ПС (изготовление изделий одного типа), строго серийному типу — неоднородность, но максимальная регулярность (изготовление разнотипных изделий равного масштаба производства), а единичному типу — максимальные неоднородность и нерегулярность деятельности ПС* [431]. И поскольку параметры однородности и регулярности (или неоднородности и нерегулярности, что не меняет сути дела) состояний имеют непрерывный спектр значений, переход от одного типа производства к другому происходит не скачкообразно и мгновенно, а плавно и постепенно. Поэтому адекватно отражать характер изменения типа может лишь аналогичная сплошная мера, ввиду чего границы между смежными типами производства лишены четко фиксированных границ, что диктует необходимость применения математического языка, формализующего нечеткость типизации производства.

Подобная особенность классификации типов производства естественным образом отражает континуум их изменения и распространена в измерительной практике. О нечеткости разграничительных линий писал еще Ф. Энгельс (F. Engels) в «Диалектике природы», отмечая, что она не знает резких разграничительных линий, и «диалектика, которая... признает в надлежащих случаях, наряду с «или-или», также, «как то, так и другое», и опосредствует противоположности, — является единственным, в высшей инстанции, методом мышления» [472, с. 527–528]. Каждый тип производства, словно «вырастает» из предыдущего и сливается с ним, что прочитывается у одного из зачинателей отечественной школы организации машиностроительного производства О.И. Непорента. «Вместе с тем, — рассуждал он, — каждый последующий тип в своей организационной структуре вытекает из предыдущего в связи с введением в движение нового характерного обстоятельства, вызывающего соответствующие изменения» [277, с. 383].

Эта черта типа производства не встречает энтузиазма у некоторых экономистов, которые склонны видеть в непрерывности типов препятствие для внедрения типовых моделей планирования. В частности, с позиций систематизации постановок задач управления производством специалисты среди проблем называют и такую, как «нечеткость представления задач на качественном уровне их описания, «размытость» понятий и определений, которыми пользуются исследователи операций и разработчики систем в разных отраслях производства» [462, с. 111]. Отсутствие очевидного решения вопросов типизации и классификации производства приводит к выводу о том, что «хотя понятие «тип производства» укрупненно определено, но границы между различными типами настолько размыты, что конструктивность введенных понятий невелика», — сетуют В.М. Португал, А.И. Семенов и А.А. Марголин [315, с. 4].

По-видимому, этот скепсис вызван не столько нечеткостью границ между типами, сколько спецификой МФПП, рассчитанных на применение в условиях одного или ряда смежных типов производства. Но «четкие» типы довольно редки в производственной деятельности и, к тому же точная их идентификация не всегда возможна. Возникает противоречие между непрерывностью изменения типа производства и дискретностью моделей планирования. Преодоление этого несоответствия с помощью четкой классификации типов производства успеха не приносит. При этом искусственное навязывание типам производства того, что им внутренне не присуще, не только бесполезно, но и вредно: оно лишь уводит в сторону от решения проблемы.

Ясно, что *полное описание типа производства достигается формализацией как количественной, так и качественной его составляющей. Мера принадлежности к типу, взятая в единстве этих параметров, и призвана обеспечить свойственную типам производства плавность и постепенность перехода.* Но в научном обиходе качественные категории не имели той конструктивности, какой обладали количественные. А.И. Уемов полагал, что по точности качественные характеристики уступают количественным, а поскольку точность имеет большое практическое значение, преимущества качественных форм выражения интенсивностей кажутся

слишком незначительными, для того чтобы этим формам отдавалось предпочтение перед количественными.

Между тем получившие широкое применение количественные методы анализа не всегда приводили к убедительным результатам, особенно при изучении поведения сложных систем. По мнению Л. Заде (L. Zadeh), для систем, сложность которых превосходит некоторый пороговый уровень, справедлив принцип несовместимости. Напомним его содержание: для таких систем точность и практический смысл суждений об их поведении почти исключают друг друга. Это обстоятельство стимулировало исследования в области формализации эвристической информации, и лишь в 60-е годы прошлого века с появлением работ Л. Заде (L. Zadeh) по теории нечетких множеств был создан аппарат для обращения с величинами, характеризующими качественную сторону явлений. «До работ Л. Заде, — констатировал Н.Н. Моисеев, — подобная качественная информация, по существу, просто терялась, было непонятно, как ее использовать в формальных схемах анализа альтернатив» [259, с. 13]. Теперь эта информация получила доступ в модели принятия решений и, наряду с количественной, может быть применена для целостного описания классифицируемых объектов и настройки МФПП в адаптивном управлении.

Теория нечетких множеств дает возможность описать ситуацию, когда переход объекта из одного класса в другой происходит не дискретно (скачком), а непрерывно, поскольку градации между классами размыты. Ее алгоритмы отходят от двузначной логики и признают не только полную принадлежность или полную непринадлежность объекта к классу, но и промежуточные между ними степени принадлежности. «Центральным здесь является понятие нечеткого множества — класса с множеством различных степеней принадлежности к нему, которое может быть непрерывным бесконечным множеством.

Точнее говоря, пусть X — совокупность объектов (точек) x , т.е. $X = \{x\}$. Тогда нечеткое множество A на X задается функцией принадлежности $\mu_A(x)$ (или просто μ_A), которая сопоставляет каждому числу из интервалов $[0, 1]$, являющееся степенью принадлежности x к A . Чем ближе величина $\mu_A(x)$ к единице, тем выше степень принадлежности x к A , и, наоборот, чем меньше величина $\mu_A(x)$, тем ниже степень принадлежности x к A » (Л. Заде [139, с. 37]).

Запись нечеткого множества A совокупности объектов x_1, \dots, x_Ω имеет вид:

$$A = \mu_A(x_1)/x_1 + \mu_A(x_2)/x_2 + \dots + \mu_A(x_\Omega)/x_\Omega,$$

где $\mu_A(x_i)$ — значение функции принадлежности для x_i , т.е. степень принадлежности x_i к A , $i = \overline{1, n}$. Наклонная черта в этой записи разграничивает компоненты $\mu_A(x_i)$ и x_i , а знаком плюс обозначается объединение одноточечных нечетких множеств $\mu_A(x_i) / x_i$, но не арифметическое суммирование.

Дадим основные определения, относящиеся к нечетким множествам и необходимые для дальнейшего изложения.

Нечеткое множество A содержится в нечетком множестве B или является подмножеством B (обозначается $A \subset B$) тогда и только тогда, когда

$$\mu_A \leq \mu_B. \quad (8.2)$$

Пересечение двух нечетких множеств A и B (обозначается $A \cap B$) есть наибольшее нечеткое множество, содержащееся в A и B . Функция принадлежности к $A \cap B$ задается выражением:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]. \quad (8.3)$$

Объединение двух нечетких множеств A и B (обозначается $A \cup B$) определяется как наименьшее нечеткое множество, содержащееся как в A , так и в B . Функция принадлежности к $A \cup B$ формализуется выражением:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)]. \quad (8.4)$$

Кроме того, для нечетких множеств справедлива теорема де Моргана (De Morgan) $(A \cap B)' = A' \cup B'$ и поэтому:

$$\mu_{A \cap B}'(x) = \mu_A'(x) \vee \mu_B'(x) = \max[\mu_A'(x), \mu_B'(x)]. \quad (8.5)$$

Применение теории нечетких множеств для определения типа производства позволяет ввести для него непрерывную меру и описать математическом языке плавный переход массового типа в серийный, а серийного — в единственный тип производства [443].

Исходя из параметров типа производства $ПС_j$ — однородности R_{oj} и регулярности R_{pj} ее состояний — воспользуемся найденным в прил. 3 (§ 4 и 8) их оценками для задания степени принадлежности ПС к этим типам.

Принадлежность $ПС_j$ к массовому типу производства μ_{M_j} определяется пересечением R_{oj} и R_{pj} , поскольку степени од-

нородности и регулярности состояний для него являются невысшими, и, согласно (8.3),

$$\mu_{M_j} = R_{oj} \wedge R_{pj} = \min[R_{oj}, R_{pj}]. \quad (8.6)$$

Чем меньше однородность и регулярность состояний, тем ниже степень принадлежности типа производства к массовому. С учетом формул (12) и (21) прил. 3 показатель μ_{M_j} (8.6) вычисляется по выражению:

$$\mu_{M_j} = R_{oj} \wedge R_{pj} = \min[h_j, 1 - (h_j - n_j^{-1})]. \quad (8.7)$$

Единичный тип производства диаметрально противоположен массовому, ввиду чего по (8.5) и (8.6) функция принадлежности μ_{E_j} типа $ПС_j$ к единичному:

$$\mu_{E_j} = (R_{oj} \wedge R_{pj})' = R'_{oj} \vee R'_{pj} = \max[R'_{oj}, R'_{pj}]. \quad (8.8)$$

Этот результат напомнил о прямой связи неоднородности R'_{oj} и нерегулярности R'_{pj} состояний $ПС_j$ с единичным типом производства и формализовал ее: чем больше неоднородность и нерегулярность состояний, тем выше степень принадлежности типа к единичному. Принимая во внимание формулы (6.15) и (6.16), получим выражение для искомого показателя:

$$\mu_{E_j} = \max[1 - h_j, h_j - n_j^{-1}]. \quad (8.9)$$

Серийный тип производства занимает промежуточное положение между массовым и единичным типами. Было условлено, что строго серийному типу свойственна, с одной стороны, неоднородность, но, с другой, — максимальная регулярность состояний производственной системы, близкая, по сути, максимальной неоднородности их (см. § 9 прил. 3). Поэтому функция принадлежности $ПС_j$ к серийному типу μ_{C_j} производства определяется отношением первой неоднородности ко второй, т.е. наличной неоднородностью R'_{oj} относительно максимальной неоднородности $R'_{oj\max}$ состояний, которую могла бы иметь $ПС_j$ при заданном количестве типов изготавливаемой продукции:

$$\mu_{C_j} = \frac{R'_{oj}}{R'_{oj\max}},$$

но с учетом формул (6.15) и (23) прил. 3 функция μ_{C_j} определяется выражением:

$$\mu_{C_j} = \frac{1 - h_j}{1 - n_j^{-1}}. \quad (8.10)$$

Из последней формулы вытекает, что максимум $\mu_{C_j} = 1$ достигается при $h_j = n_j^{-1}$, когда масштабы производства q_{ij} изделий всех типов $i=1, n_j$ равны друг другу (см. рис. 6.3).

Минимизация $\mu_{C_j} \rightarrow 0$ имеет место при $h_j \rightarrow 1$, что связано с ростом расхождения масштабов производства q_{ij} изделий. При изготовлении в PC_j изделий одного типа ($n_j = 1$) выражение (8.10) будет не определено.

Небезынтересна интерпретация этих выводов со статистических позиций. Если q_{ij}/q_j рассматривать как значения полученных наблюдений, то несмещенная оценка дисперсии величины q_{ij}/q_j по формуле (6.8) равна

$$S_j^2 = \frac{h_j - n_j^{-1}}{n_j - 1}.$$

Последующие выкладки приводят формулу к виду:

$$S_j^2 = \frac{h_j - n_j^{-1}}{n_j - 1} = \frac{1}{n_j} \cdot \frac{h_j - n_j^{-1}}{1 - n_j^{-1}} = \frac{1}{n_j} \left[\frac{1 - h_j}{1 - n_j^{-1}} \right],$$

и заменяя дробь в скобках на (8.10):

$$S_j^2 = \frac{1}{n_j} [1 - \mu_{C_j}] \text{ или}$$

$$\mu_{C_j} = 1 - n_j S_j^2, \quad (8.11)$$

получили выражение для функции принадлежности μ_{C_j} через несмещенную оценку дисперсии S_j^2 .

Оно подчеркивает, что степень принадлежности PC_j к серийному типу производства при постоянном количестве n_j типов изделий будет тем выше, чем меньше дисперсия S_j^2 удельных масштабов производства q_{ij}/q_j и для поддержания μ_{C_j} на стабильном уровне рост n_j количества типов изделий должен компенсироваться соответствующим снижением дисперсии S_j^2 .

Наконец, обратим внимание на то, что произведение в правой части формулы (8.11) совпадает с выражением (6.14) для показателя относительной упорядоченности U_j состояний PC_j , и это вполне объяснимо. В самом деле, тогда равенство (8.11) можно записать в виде

$$\mu_{C_j} = 1 - U_j,$$

и μ_{C_j} интерпретировать как показатель, измеряющий степень неупорядоченности состояний PC_j . Иными словами, чем

ближе тип производства к серийному, тем больше оснований для того, чтобы признать рост неупорядоченности состояний $ПС_j$.

Подведем итоги. Следуя предыдущему изложению, разнообразие состояний $ПС_j$ минимально при массовом типе производства и максимально при единичном типе. В соответствии с § 6.2 при массовом типе производстве (см. рис. 6.2) параметры неоднородности $R'_{oj} = 0$ и нерегулярности $R'_{pj} = 0$ состояний $ПС_j$ минимальны, и поэтому суммативное разнообразие (6.19) $R_j = R'_{oj} + R'_{pj}$ и функция принадлежности $ПС_j$ к единичному типу производства, согласно выражения (8.8), будет равна нулевому значению: $\mu_{E_j} = \max[R'_{oj}, R'_{pj}] = \max[0, 0] = 0$. Зато принадлежность $ПС_j$ к массовому типу μ_{M_j} с максимальными значениями параметров однородности $R_{oj} = 1$ и регулярности $R_{pj} = 1$ состояний $ПС_j$ равна по (8.6) $\mu_{M_j} = \min[R_{oj}, R_{pj}] = \min[1, 1] = 1$.

Рост неоднородности R'_{oj} и нерегулярности R'_{pj} состояний ведет сперва к серийному типу производства. По достижении $h_j = n_j^{-1}$ серийность выражена наиболее рельефно (рис. 6.3) и по (8.10) степень принадлежности к серийному типу $\mu_{C_j} = 1$. С одновременным увеличением числа n_j типов изготавливаемых изделий и уменьшением значения функции h_j точки n_j^{-1} и h_j на числовой оси $[0, 1]$ перемещаются в одном направлении влево (рис. 8.9) и не совпадут друг с другом, если выполняется неравенство $|\Delta h_j| < |\Delta R_j|$. Нарастающее расхождение этих точек зовет ослабление принадлежности μ_{C_j} к серийному типу производства, а условие $|\Delta h_j| < |\Delta R_j|$, как было доказано в прил. 4 (формула (8)), при монотонном уменьшении величины h_j свидетельствует об увеличении параметров и неоднородности R'_{oj} , и нерегулярности R'_{pj} состояний $ПС_j$.

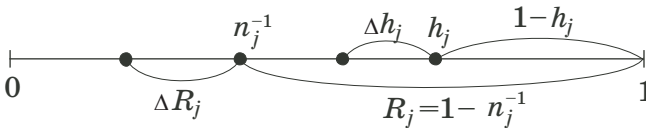


Рис. 8.9. Рост числа n_j типов изделий и уменьшение значения функции h_j

Приближение R'_{oj} и R'_{pj} к 1 сообщает о дальнейшем повышении разнообразия состояний $ПС_j$ и переходе от серийного к единичному типу производства (рис. 8.10).

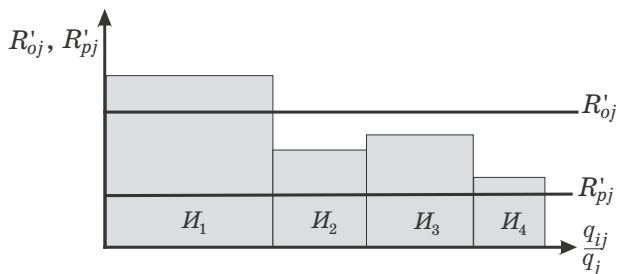


Рис. 8.10. Величины параметров R'_{oj} и R'_{pj} при единичном типе производства ПС_j

В том случае, когда неоднородность R'_{oj} и нерегулярность R'_{pj} особенно велики и потому $R'_{oj} \rightarrow 1$, $R'_{pj} \rightarrow 1$, их суммативное разнообразие по (6.19) $R_j = R'_{oj} + R'_{pj} \rightarrow 1$. Тогда по формуле (8.8) значение функции принадлежности ПС_j к единичному типу производства $\mu_{E_j} = \max[R'_{oj}, R'_{pj}] \rightarrow 1$. В то время как противоположные им значения параметров однородности $R_{oj} \rightarrow 0$ и регулярности $R_{pj} \rightarrow 0$ состояний ПС_j и функция принадлежности к массовому типу производства, согласно выражения (8.6) $\mu_{M_j} = \min[R_{oj}, R_{pj}] \rightarrow 0$.

Завершая обсуждение, можно схематически иллюстрировать непрерывную шкалу изменения типа производства (рис. 8.11), принимающего то или иное значение, в зависимости от величины параметров однородности (неоднородности) и регулярности (нерегулярности) состояний ПС_j [438]. В целом степень принадлежности ПС_j к типу производства полностью описывается нечетким множеством:

$$v_j = \mu_{M_j} / M + \mu_{C_j} / C + \mu_{E_j} / E.$$

Это выражение формализует то обстоятельство, что каждая ПС_j характеризуется той или иной степенью принадлежности к массовому (M), серийному (C) и единичному (E) типам производства, указываемой μ_{M_j} , μ_{C_j} , μ_{E_j} соответственно.

Приведем пример. Предположим, что на некоторой ПС_j проходят обработку изделия, сведения о которых помещены в табл. 8.1.

По с формулам (6.1), (8.7), (8.10) и (8.9) при заданном $n_j = 4$ соответственно получим:

$$h_j \approx 0,2583,$$

$$\mu_{M_j} = \min[(0,2583), 1 - (0,2583 - 0,2500)] = 0,2583,$$

$$\mu_{C_j} = \frac{1 - 0,2583}{1 - 0,2500} \approx 0,9889,$$

$$\mu_{E_j} = \max[(1 - 0,2583), (0,2583 - 0,2500)] = 0,7417.$$

		Максимальная		●	
		●	Регулярность $R_{pj} = 1$		Нерегулярность $R_{pj} \rightarrow 1$
Максимальная	Одно- родность $R_{oj} = 1$	I_1 Массовый ТП	—	Неодно- родность $R'_{oj} = 0$	
	Неодно- родность $R'_{oj} \rightarrow 1$	$I_1 I_2 I_3 \dots I_4$ Серийный ТП	$I_1 I_2 I_3 I_4 \dots I_n$ Единичный ТП	Одно- родность $R_{oj} \rightarrow 0$	
		●	Нерегулярность $R'_{pj} = 0$	Регулярность $R_{pj} \rightarrow 0$	●
		Минимальная			
					Минимальная

Рис. 8.11. Определение типа производства (ТП) ПС_j по предельным значениям его параметров

Таблица 8.1

Исходные данные для оценки типа производства ПС_j

Тип изделия	Объем выпуска изделий, шт.	Трудоемкость изготовления изделия, н/час	Масштаб производства изделий, н/час (гр. 2 · гр. 3)	$\frac{q_{ij}}{q_j}$	$\left(\frac{q_{ij}}{q_j}\right)^2$
1	2	3	4	5	6
I_1	2 500	0,20	500	0,301 2	0,090 7
I_2	2 000	0,15	300	0,180 7	0,032 7
I_3	1 000	0,40	400	0,241 0	0,058 1
I_4	2 000	0,23	460	0,277 1	0,076 8
$q_j = \sum_{i=1}^{n_j} q_{ij}$			1 660		
$h_j = \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{q_{ij}}{q_j}\right)^2$					0,258 3

В результате расчета найдем, что тип производства этой $ПС_j$ описывается нечетким множеством

$$v_j = 0,2583/M + 0,9889/C + 0,7417/E,$$

т.е. тип производства $ПС_j$ со степенью 0,2583 — массовый, со степенью 0,9889 — серийный и со степенью 0,7417 — единичный. Отсюда видно, что тип производства данной $ПС_j$ ближе всего к серийному (принадлежность к нему оценивается величиной 0,9889 — почти достигает 1,0), в меньшей мере (0,7417) она имеет единичный тип и весьма незначительна (0,2583) степень принадлежности $ПС_j$ к массовому типу производства.

Разумеется, не исключено, что в частном случае степень принадлежности к тому или иному типу производства может оказаться нулевой или равной единице. Это произойдет тогда, когда ПС имеет довольно отчетливый тип, не допускающий какой-либо двусмысленности. В том же случае, когда ответить на вопрос, к какому типу производства относится данная ПС, затруднительно, что бывает гораздо чаще, такое описание дает представление о степени принадлежности ПС к отмеченным трем типам. Такой прием позволяет отойти от дискретной шкалы типа производства и ввести для него непрерывную меру, свойственную природе типа производства ПС и тем самым способствующую повышению адаптивности МФПП к условиям функционирования конкретной системы.

Проведенное обсуждение типологии ПС и параметрической настройки моделей планирования их поведения не только продолжает анализ теоретико-методологических аспектов обеспечения устойчивости этих систем, но и совершенствует прикладные средства реализации адаптивного управления промышленными предприятиями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Продвижение возможностей концептуальных и методологических инструментов научного познания и потребности экономической практики вызвали к жизни задачу осмысления природы и условий обеспечения жизнеспособной деятельности хозяйствующих субъектов. Доминирующей закономерностью нашего времени стало нарастание скорости изменений и испытание им деятельности производственных систем предприятий. Ошеломляющий темп генерации и внедрения инноваций преобразует сам облик предприятий, побуждая их откликаться на вызовы перемен и укреплять свои позиции в конкурентном окружении. И перед лицом влияния дерзких и мощных рисков факторов предприятия «обречены» на поиск методов и средств повышения устойчивости своей работы.

Но не меньше угроз таит в себе и кардинальная трансформация российской экономики и порожденный ею сильно возмущенный фон переходных процессов. Охвативший российские предприятия глубокий кризис повлек за собой резкий спад объемов производства и деградацию их ресурсов, что обернулось нарушением устойчивости предприятий и для многих из них имело роковые последствия. Неудивительно поэтому, что в такой турбулентной ситуации немало предприятий было поражено системным кризисом и оказалось на грани банкротства.

Игнорирование базисных особенностей отечественного хозяйственного комплекса отозвалось кардинальными переменами в структуре ресурсного обеспечения промышленных предприятий, а дефицит необходимой информации только лишил товаропроизводителей сведений о реальной динамике макроэкономических процессов. Сказалось отсутствие институциональных и инфраструктурных элементов рынка, способных парировать «удары» негативных исходов переходного периода и играющих роль «амортизаторов» запредельной динамики показателей предприятий индустрии. «Модели реформ, опирающиеся на общепринятые положения неоклассической теории скорее всего недооценивают роль информационных проблем, в том числе проблем корпоративного управления, социального и организационного капитала, а также институциональной и правовой инфраструктуры, необходимой для

эффективного функционирования рыночной экономики», — признает Дж. Стиглиц (J. Stiglitz) [376, с. 4]).

Между тем наложение глобальной закономерности ускорения темпа перемен на институциональные преобразования российской экономики вылилось в хаотизацию среды предприятий и повышенный интерес к системологии, теории управления и синергетике для интерпретации поведения предприятий в неординарных условиях нарождающегося рынка. Среди пестрого спектра мнений аналитиков об устойчивости деятельности экономических систем находят выражение и естественно-научные взгляды на устойчивость движения, сформированные в классических трудах лорда У. Кельвина (W. Kelvin), Ж. Лагранжа (J. Lagrange), А.М. Ляпунова, Н.Е. Жуковского, А. Пуанкаре (H. Poincaré), С. Пуассона (S. Poisson), Л. Эйлера (L. Euler) и их последователей. Благодаря их изысканиям учение об устойчивости приобрело не только стройность и убедительность, но и математический аппарат для исследования устойчивости динамических процессов. Тем самым приложение фундаментальных методов к экономическим задачам продолжает идущую от М. Алле (M. Allais), Л. Вальраса (L. Walras), Ж. Дебре (G. Debreu), Л.В. Канторовича, Н.Д. Кондратьева, В. Леонтьева, Дж. фон Неймана (J. von Neumann), Дж. Нэша (J. Nash), В. Парето (V. Pareto), П. Самуэльсона (P. Samuelson), Е.Е. Слуцкого, Дж. Хикса (J. Hicks), К. Эрроу (K. Arrow) и других прославленных ученых приверженность к строгим математическим приемам анализа равновесия и устойчивости хозяйственных систем. В этой связи вполне оправдано более широкое распространение ляпуновских критериев устойчивости на изучение характера движения потоков и структуры ресурсов предприятий.

Объективизация картины их поведения логичным образом подвела к разбору информационного аспекта деятельности производственных систем, что не только отвечает парадигме их инновационного развития, но и поддается толкованию с позиций термодинамики и синергетики. В этом ключе, полагаем, есть основания для применения диалектически парных вероятностной и детерминированной мер упорядоченности состояний производственных систем и содержащейся в них информации. Подобный вероятностно-детерминированный симбиоз придает целостность описанию информации в систе-

ме и дает возможность провести его интерпретацию в рамках физического принципа дополнительности Н. Бора (N. Bohr).

Как показало проведенное исследование, разнообразие состояний производственной системы складывается под влиянием неоднородности и нерегулярности ее деятельности, что позволило их принять параметрами классификации систем и предложить их типологию для целей адаптации моделей планирования производства. В результате формализации этих параметров аргументирована возможность оценки однородности и регулярности состояний как в количественном, так и качественном отношении. При этом формулируется принцип достаточности, согласно которому в производственной системе поддерживается постоянная величина совокупной упорядоченности и неупорядоченности ее состояний.

В свою очередь, использование представлений о бифуркациях и катастрофах в нелинейных процессах приближает к пониманию сущности резких перемен в экономике, когда мерное течение процесса под воздействием малых возмущений сменяется «взрывным» и утрачивает прежнюю устойчивость. Такая эволюция поведения нередко отражает кризисное функционирование отечественных предприятий, которое обычно сопровождается аритмией ресурсных потоков и затуханием хозяйственной деятельности. По-видимому, и перенос знаний с их воплощением в технологии, средствах и продуктах труда способен как укрепить устойчивый режим работы производственной системы, так и при определенных условиях увести ее в область будущих бифуркаций.

Вследствие этого в нынешней сильно возмущенной и неопределенной экономической ситуации целесообразно вести речь не только о разработке адаптивного управления устойчивостью производственных систем, но и о том, чтобы оно обладало «врожденной» способностью к инновационной модернизации и наращиванию «умения» поддерживать устойчивость основных показателей в допустимых границах при действии внешних и внутренних помех заданной области. А потому ей должно быть присуще свойство активного самообучения с приоритетом на добычу и материализацию новых знаний в профессиональном мастерстве персонала предприятий, производственных и компьютерных технологиях. Тем самым появляется необходимость в интеллектуализации алгоритмов

управления эвристическими средствами и языком теории нечетких множеств, оперирующим с суждениями аналитиков на естественном языке, благодаря чему станет возможным отслеживать и корректировать устойчивость предприятия в зависимости от помех среды, их характера и интенсивности.

С этих позиций специально созданная система компьютерной поддержки мониторинга деятельности предприятий и реализует все функции управления: прогнозирование, планирование, учет, контроль, анализ и регулирование работы предприятия. Возложение на мониторинг этих функций позволяет комплексно выполнять задачу управления устойчивостью предприятия и обеспечивать полноценной информацией прогностическую, плановую и регулирующую деятельность персонала. В итоге в ходе компьютерных экспериментов оценивается адаптивность предприятия и действенность претворяемых решений, что углубляет познание природы и закономерностей кризисных процессов, а, значит, персонал овладевает навыками диагностики и управления устойчивостью своего предприятия.

Предложенная концепция и методология управления устойчивостью предприятия может стать подспорьем менеджеров в борьбе за его выживание и успех в эпоху ускорения изменений в бизнесе и рыночных преобразований в нашей стране. Разумеется, инструментарий этой системы еще далек от завершения и лишь начинает проходить апробацию на практике. Поэтому в монографии представлен лишь набросок адаптивной системы, разработка и освоение которой требуют привлечения знаний и опыта всех, кто причастен к этой проблеме: менеджеров, экономистов, финансовых аналитиков, психологов, математиков, информационных технологов и др.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абалкин, Л.И. Размышления о стратегии и тактике экономической реформы / Л.И. Абалкин // Вопросы экономики. 1993. № 2. С. 4–11.

2. Аганбегян, А.Г. Управление социалистическими предприятиями : Вопросы теории и практики / А.Г. Аганбегян. М. : Экономика, 1979. 448 с.

3. Аганбегян, А.Г. О стратегии социально-экономического развития и направленности социальных реформ в России / А.Г. Аганбегян // Экономическая наука современной России. 2003. № 2. С. 26–38.

4. Адамецки, К. О науке организации (Избранные произведения) : пер. с польск. / К. Адамецки. М. : Экономика, 1972. 191 с.

5. Акофф, Р. О целеустремленных системах : пер. с англ. / Р. Акофф, Ф. Эмери. М. : Сов. радио, 1974. 272 с.

6. Акофф, Р. Акофф о менеджменте : пер. с англ. / Р. Акофф. СПб. : Питер, 2002. 448 с.

7. Акофф, Р. Планирование будущего корпорации : пер. с англ. / Р. Акофф. М. : Сирин, 2002. 256 с.

8. Алиев, В.Г. Теория организации : учеб. / В.Г. Алиев, В.П. Варфоломеев, Э.А. Варфоломеева, С.В. Дохолян, В.С. Лапшин и др. ; под общ. ред. В.Г. Алиева. 3-е изд., стереотип. М. : ЗАО «Издательство «Экономика», 2005. 431 с.

9. Алле, М. Единственный критерий истины — согласие с данными опыта / М. Алле // Мировая экономика и международные отношения. 1989. № 11. С. 24–40.

10. Алле, М. Условия эффективности в экономике : пер. с фр. / М. Алле. М. : Научно-издательский центр «Наука для общества», 1998. 304 с.

11. Аллен, Р. Математическая экономия : пер. с англ. / Р. Аллен. М. : Изд-во иностр. лит., 1963. 667 с.

12. Алфутов, Н.А. Устойчивость движения и равновесия : учеб. / Н.А. Алфутов, К.С. Колесников ; под ред. К.С. Колесникова. М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 256 с.

13. Амбросов, Н.В. Равновесные состояния в управлении экономической системой / Н.В. Амбросов. Иркутск : Изд-во ИГЭА, 1998. 111 с.

14. Андерсон, Б. Устойчивость адаптивных систем : пер. с англ. / Б. Андерсон, Р. Битмид, К. Джонсон и др. М. : Мир, 1989. 263 с.

15. Андронов, А.А. Теория колебаний / А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин. М. : Наука, 1981. 568 с.

16. Анискин, Ю.П. Новая техника : повышение эффективности создания и освоения / Ю.П. Анискин, Н.К. Моисеева, А.В. Проскуряков. М. : Машиностроение, 1984. 192 с.

17. Анискин, Ю.П. Промышленная политика как фактор экономического роста страны / Ю.П. Анискин // Организатор производства. 2003. № 4 (19). С. 5–11.

18. Анискин, Ю.П. Планирование и контроллинг : учеб. / Ю.П. Анискин, А.М. Павлова. 2-е изд. М. : Омега-Л, 2005. 280 с.

19. Анохин, П. Точки над «i» // Возможное и невозможное в кибернетике : сб. статей / П. Анохин ; под ред. А. Берга и Э. Кольмана. М. : Изд-во АН СССР, 1963. С. 95–103.

20. Анохин, П.К. Философские аспекты теории функциональной системы : избр. тр. / П.К. Анихин. М. : Наука, 1978. 400 с.

21. Ансофф, И. Новая корпоративная стратегия / И. Ансофф. СПб. : Питер Ком, 1999. 416 с.

22. Анчишкин, А.И. Наука–техника–экономика / А.И. Анчишкин. 2-е изд. М. : Экономика, 1989. 383 с.

23. Арнольд, В.И. Математические методы классической механики : учеб. пособие / В.И. Арнольд. 3-е изд., испр. и доп. М. : Наука, 1989. 472 с.

24. Арнольд, В.И. Теория катастроф / В.И. Арнольд. 3-е изд., доп. М. : Наука, 1990. 128 с.

25. Аунапу, Ф.Ф. Связь организации производства и процесса управления на промышленных предприятиях / Ф.Ф. Аунапу // Экономика и организация производства промышленных предприятий : межвуз. сб. Барнаул, 1976. С. 3–10.

26. Афанасьев, В.Г. Системность и общество / В.Г. Афанасьев. М. : Политиздат, 1980. 368 с.

27. Афанасьев, В.Н. Математическая теория конструирования систем управления : учеб. / В.Н. Афанасьев, В.Б. Колмановский, В.Р. Носов. 3-е изд., испр. и доп. М. : Высш. шк., 2003. 614 с.

28. Ашманов, С.А. Введение в математическую экономику / С.А. Ашманов. М. : Наука, 1984. 296 с.

29. Бабкин, А.В. Реструктуризация и устойчивое развитие экономических систем / Р.И. Акмаева, А.В. Бабкин, С.В. Чупров и др. ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2006. 715 с.

30. Багриновский, К.А. Модели и методы экономической кибернетики / К.А. Багриновский. М. : Экономика, 1973. 206 с.

31. Багриновский, К.А. Методы исследования устойчивости экономики в переходный период / К.А. Багриновский // Экономика и математические методы. 1993. Т. 29, вып. 4. С. 564–569.

32. Бараненко, С.П. Стратегическая устойчивость предприятия / С.П. Бараненко, В.В. Шеметов. М. : ЗАО Центрполиграф, 2004. 493 с.

33. Баранников, А.Ф. Теория организации : учеб. / А.Ф. Баранников. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2004. 700 с.

34. Барбашин, Е.А. Введение в теорию устойчивости / Е.А. Барбашин. М. : Наука, 1967. 224 с.

35. Бард, В.С. Инвестиционный потенциал российской экономики / В.С. Бард, С.Н. Бузулуков, И.Н. Дрогобыцкий, С.Е. Щепетова. М. : Изд-во «Экзамен», 2003. 320 с.

36. Бейтон, А. 25 ключевых книг по экономике : пер. с фр. / А. Бейтон, А. Казорла, К. Долло, А.М. Дре. Челябинск : Издательство «Урал LTD», 1999. 559 с.

37. Беккер, Г. Человеческое поведение : экономический подход : избр. тр. по экономической теории : пер. с англ. / Г. Беккер. М. : ГУ ВШЭ, 2003. 672 с.

38. Беллман, Р. Введение в теорию матриц : пер. с англ. / Р. Беллман. М. : Наука, 1969. 368 с.

39. Беллман, Р. Принятие решений в расплывчатых условиях / Р. Беллман, Л. Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений : сб. : пер. с англ. М. : Мир, 1976. С. 172–215.

40. Белоусов, Р.А. Управление экономикой : Словарь. Основные понятия и категории / Р.А. Белоусов, В.С. Захаров, А.А. Модин и др. ; под ред. Р.А. Белоусова и А.З. Селезнева. М. : Экономика, 1986. 303 с.

41. Белявский, М.Т. Хрестоматия по истории СССР 18 века / М.Т. Белявский, Н.И. Павленко ; под ред. Л.Г. Бескровного и Б.Б. Кафенгауза. М. : Соцэкгиз, 1963. 787 с.

42. Беляев, А.А. Системология организации : учеб. / А.А. Беляев, Э.М. Коротков ; под ред. Э.М. Короткова. М. : ИНФРА-М, 2000. 182 с.

43. Беляева, И.Ю. Банкротство : от терминологической неопределенности к осознанию становления экономического института / И.Ю. Беляева, Г.С. Мерзликина // Финансы и кредит. 2001. № 9 (81). С. 35–41.

44. Беляева, И.Ю. Финансово-промышленные группы в современной экономике : учеб. пособие. / И.Ю. Беляева, М.А. Эскиндаров. Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2004. 216 с.

45. Берг, А. Предисловие / А. Берг // Бир С. Кибернетика и управление производством : пер. с англ. 2-е изд., доп. М. : Наука, 1965. С. 3–6.

46. Берг, А.И. Управление, информация, интеллект / А.И. Берг, В.М. Глушков, Н.Н. Воробьев и др. ; под ред. А.И. Берга, Б.В. Бирюкова, Е.С. Геллера, Г.Н. Поварова. М. : Мысль, 1976. 383 с.

47. Бернштейн, Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности / Н.А. Бернштейн. М. : Медицина, 1966. 350 с.
48. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. 4-е изд., перераб. и доп. СПб. : Изд-во «Профессия», 2003. 752 с.
49. Бир, С. Кибернетика и управление производством : пер. с англ. / С. Бир. 2-е изд., доп. М. : Наука, 1965. 392 с.
50. Бир, С. На пути к кибернетическому предприятию / С. Бир // Принципы самоорганизации : пер. с англ. М. : Мир, 1966. С. 48–116.
51. Бир, С. Корректировка плана корпорации / С. Бир // Внутрфирменное планирование в США : сб. статей : пер. с англ. М. : Прогресс, 1972. С. 61–87.
52. Бир, С. Мозг фирмы : пер с англ. / С. Бир. М. : Радио и связь, 1993. 416 с.
53. Блауберг, И.В. Становление и сущность системного подхода / И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин. М. : Наука, 1973. 270 с.
54. Блэк, Дж. Экономика : Толковый словарь : Англо-русский / Дж. Блэк. М. : ИНФРА-М, Издательство «Весь мир», 2000. 840 с.
55. Богданов, А.А. Тектология : (Всеобщая организационная наука) : в 2 кн. / А.А. Богданов. М. : Экономика, 1989. Кн. 1. 304 с.
56. Богданов, А.А. Тектология : (Всеобщая организационная наука) : в 2 кн. / А.А. Богданов. М. : Экономика, 1989. Кн. 2. 351 с.
57. Богомолов, О.Т. Реформы глазами американских и российских ученых / Л. Клейн, Дж. Тобин, К. Эрроу, О.Т. Богомолов и др. ; общ. ред. О.Т. Богомолова. М. : «Российский экономический журнал», Фонд «За экономическую грамотность», 1996. 272 с.
58. Больцман, Л. Статьи и речи / Л. Больцман. М. : Наука, 1970. 406 с.
59. Большой энциклопедический словарь ; гл. ред. А.М. Прохоров. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Большая рос. энцикл., 1998. 1456 с.
60. Бор, Н. Жизнь и творчество : сб. статей ; отв. ред. Б.Г. Кузнецов. М. : Наука, 1967. 344 с.
61. Браверман, Э.М. Математические модели планирования и управления в экономических системах / Э.М. Браверман. М. : Наука, 1976. 368 с.
62. Браверман, Э.М. Неравновесные модели экономических систем / Э.М. Браверман, М.И. Левин. М. : Наука, 1981. 304 с.
63. Бриллюэн, Л. Научная неопределённость и информация : пер. с англ. / Л. Бриллюэн. М. : Мир, 1966. 271 с.
64. Бугров, Я.С. Высшая математика. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного : учеб. / Я.С. Бугров, С.М. Никольский. 4-е изд. Ростов н/Д : Изд-во «Феникс», 1998. 512 с.

65. Бункин, В.А. Справочник по оптимизационным задачам в АСУ / В.А. Бункин, Д. Колев, Б.Я. Курицкий и др. Л. : Машиностроение, 1984. 212 с.

66. Бусленко, Н.П. Лекции по теории сложных систем / Н.П. Бусленко, В.В. Калашников, И.Н. Коваленко. М. : Сов. радио, 1973. 440 с.

67. Бухало, С.М. Организация, планирование и управление деятельностью промышленного предприятия / С.М. Бухало, Ф.Ф. Бардиер, М.Г. Грещак и др. ; под ред. С.М. Бухало. Киев : Вища школа, 1978. 472 с.

68. Бьюкенен, Дж. Сочинения : пер. с англ. / Дж. Бьюкенен. М. : «Таурус Альфа», 1997. 560 с.

69. Вайнер, Дж. Кривые затрат и кривые предложения / Дж. Вайнер // Теория фирмы ; под ред. В.М. Гальперина. СПб. : Экономическая школа, 1995. С. 94–134.

70. Васильев, В.Н. Организационно-экономические основы гибкого производства / В.Н. Васильев, Т.Г. Садовская. М. : Высш. шк., 1988. 272 с.

71. Васильев, Г.В. Оперативно-производственное планирование на предприятиях электротехнической промышленности / Г.В. Васильев, В.Н. Михайлов. М. : Информэлектро, 1972. 80 с.

72. Ватник, П.А. Статистические методы оперативного управления производством / П.А. Ватник. М. : Статистика, 1978. 240 с.

73. Вернадский, В.И. Научная мысль как планетное явление / В.И. Вернадский. М. : Наука, 1991. 270 с.

74. Вестник Федеральной службы России по финансовому оздоровлению и банкротству. 2001. № 12.

75. Вестник Федеральной службы России по финансовому оздоровлению и банкротству. 2003. № 3.

76. Видяпин, В.И. Экономическая теория : учеб. / В.И. Видяпин, А.И. Добрынин, Г.П. Журавлева, Л.С. Тарасевич и др. ; под общ. ред. В.И. Видяпина, А.И. Добрынина, Г.П. Журавлевой, Л.С. Тарасевича. Изд. испр. и доп. М. : ИНФРА-М, 2006. 672 с.

77. Винер, Н. Об обучающихся и самовоспроизводящихся машинах / Н. Винер // Возможное и невозможное в кибернетике : сб. статей ; под ред. А. Берга и Э. Кольмана. М. : Изд-во АН СССР, 1963. С. 45–50.

78. Винер, Н. Я — математик : пер. с англ. / Н. Винер. М. : Наука, 1964. 356 с.

79. Винер, Н. Творец и робот : пер. с англ. / Н. Винер. М. : Прогресс, 1966. 103 с.

80. Винер, Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине : пер. с англ. / Н. Винер. 2-е изд. М. : Наука, 1983. 341 с.

81. Винер, Н. Кибернетика и общество : пер. с англ. / Н. Винер. М. : Тайдекс Ко, 2002. 184 с.

82. Виноградов, В.А. История социалистической экономики СССР : в 7 т. Создание фундамента социалистической экономики в СССР. 1926–1932 гг. / Ю.Ф. Воробьев, И.А. Гладков, Е.И. Капустин, АН СССР. Ин-т экономики ; отв. ред. И.А. Гладков. М. : Наука, 1977. Т. 3. 535 с.

83. Виханский, О.С. Менеджмент : учеб. / О.С. Виханский, А.И. Наумов. 3-е изд. М. : Экономистъ, 2003. 528 с.

84. Владимирив, В.А. Управление риском : Риск. Устойчивое развитие. Синергетика / В.А. Владимирив, Ю.Л. Воробьев, С.С. Салов и др. М. : Наука, 2000. 431 с.

85. Воднев, В.Т. Математический словарь высшей школы : общ. часть / В.Т. Воднев, А.Ф. Наумович, Н.Ф. Наумович ; под ред. Ю.С. Богданова. Мн. : Высш. шк., 1984. 527 с.

86. Волконский, В.А. Проблемы совершенствования хозяйственного механизма / В.А. Волконский. М. : Наука, 1981. 208 с.

87. Воробьев, Н.Н. Развитие теории игр (добавление) / Н.Н. Воробьев // Дж., фон Нейман, О. Моргенштерн. Теория игр и экономическое поведение : пер. с англ. М. : Наука, 1970. С. 631–694.

88. Воронов, А.А. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость / А.А. Воронов. М. : Наука, 1979. 336 с.

89. Гальперин, В.М. Микроэкономика : учеб. : в 2 т. / В.М. Гальперин, С.М. Игнатъев, В.И. Моргунов ; под общ. ред. В.М. Гальперина. СПб. : Экономическая школа, 1997. Т. 2. 503 с.

90. Гапоненко, А.Л. Теория управления : учеб. / Ю.П. Алексеев, Р.А. Белоусов, А.Н. Алисов и др. ; под общ. ред. А.Л. Гапоненко, А.П. Панкрухина. М. : Изд-во РАГС, 2004. 558 с.

91. Гвишиани, Д. Организация и управление / Д. Гвишиани. 3-е изд., перераб. М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. 332 с.

92. Гейер, Г. Простые модели макроэкономики как системы автоматического регулирования / Г. Гейер // Процессы регулирования в моделях экономических систем : сб. статей : пер. с англ. М. : Изд-во иностр. лит., 1961. С. 39–82.

93. Гейзенберг, В. Физика и философия. Часть и целое : пер. с нем. / В. Гейзенберг. М. : Наука, 1989. 400 с.

94. Гейл, Д. Замкнутая линейная модель производства / Д. Гейл // Линейные неравенства и смежные вопросы : сб. статей ; под ред. Г.У. Куна и А.У. Таккера. М. : Изд-во иностр. лит., 1959. С. 382–400.

95. Гейл, Д. Теория линейных экономических моделей : пер. с англ. / Д. Гейл. М. : Изд-во иностр. лит., 1963. 419 с.

96. Гермейер, Ю.Б. Введение в теорию исследования операций / Ю.Б. Гермейер. М. : Наука, 1971. 384 с.

97. Герчикова, И.Н. Менеджмент : учеб. / И.Н. Герчикова. 4-е изд., перераб. и доп. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2005. 511 с.

98. Гиббс, Дж.В. Термодинамика. Статистическая механика / Дж.В. Гиббс. М. : Наука, 1982. 584 с.

99. Гинзбург, Е.Г. Законы организации производственных систем / Е.Г. Гинзбург // Совершенствование организации производства в машиностроении : сб. науч. тр. Воронеж : ВПИ, 1986. С. 3–11.

100. Глазьев, С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С.Ю. Глазьев. М. : Владар, 1993. 310 с.

101. Глушков, В.М. О кибернетике как науке / В.М. Глушков // Кибернетика, мышление, жизнь ; под ред. А.И. Берга и др. М. : Мысль, 1964. С. 53–61.

102. Глушков, В.М. Введение в АСУ / В.М. Глушков. 2-е изд., испр. и доп. Киев : Техніка, 1974. 320 с.

103. Глушков, В.М. О диалоговом методе решения оптимизационных задач / В.М. Глушков // Кибернетика. 1975. № 4. С. 2–6.

104. Глушков, В.М. Основы безбумажной информатики / В.М. Глушков. М. : Наука, 1982. 552 с.

105. Глушков, В.М. Кибернетика. Вопросы теории и практики / В.М. Глушков. М. : Наука, 1986. 488 с.

106. Гнеденко, Б.В. Математические методы в теории надежности / Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев, А.Д. Соловьев. М. : Наука, 1965. 524 с.

107. Голиченко, О.Г. Об одном подходе к макроэкономическому моделированию процессов функционирования народного хозяйства в переходный период / О.Г. Голиченко // Экономика и математические методы. 1995. Т. 31, вып. 1. С. 19–29.

108. Гольдман, С. К вопросу о кибернетических аспектах гомеостаза / С. Гольдман // Самоорганизующиеся системы : пер. с англ. М. : Мир, 1964. С. 151–169.

109. Горский, Ю.М. Информационные аспекты управления и моделирования / Ю.М. Горский. М. : Наука, 1978. 223 с.

110. Горский, Ю.М. Гомеостатика : модели, свойства, патологии / Ю.М. Горский // Гомеостатика живых, технических, социальных и экологических систем ; отв. ред. Ю.М. Горский. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-е, 1990. С. 20–67.

111. Гранберг, А.Г. Математические модели социалистической экономики : учеб. пособие / А.Г. Гранберг. М. : Экономика, 1978. 351 с.

112. Гранберг, А.Г. Моделирование социалистической экономики : учеб. / А.Г. Гранберг. М. : Экономика, 1988. 487 с.

113. Гринберг, А.С. Теория системного менеджмента : учеб. / А.С. Гринберг, П.В. Журавлев, Р.С. Седегов и др. ; под общ. ред.

П.В. Журавлева, Р.С. Седегова, В.Г. Янчевского. М. : Издательство «Экзамен», 2002. 512 с.

114. Гринберг, Р.С. Теоретические аспекты экономического развития России / Р.С. Гринберг, А.Я. Рубинштейн // Экономическое возрождение России. 2004. № 2. С. 24–26.

115. Гринберг, Р. О «либеральной модернизации» и перспективах российской экономики / Р. Гринберг // Рос. экон. журнал. 2004. № 3. С. 3–11.

116. Гришина, Н.А. Логическая структура изделий как обобщенный показатель уровня организации производства / Н.А. Гришина, Е.И. Попов // Совершенствование организации производства в машиностроении : сб. науч. тр. Воронеж : ВПИ, 1986. С. 32–35.

117. Грязнова, А.Г. Экономическая теория : учеб. / А.Г. Грязнова, Т.В. Чечелева, Т.Д. Бурменко и др. ; под ред. А.Г. Грязновой, Т.В. Чечелевой. М. : Издательство «Экзамен», 2004. 592 с.

118. Губанова, О.В. Управление, прогнозирование, информационные технологии в сервисной деятельности : учеб. пособие / О.В. Губанова, Т.Ю. Новгородцева, С.В. Чупров. Иркутск : Изд-во ИГЭА, 2001. 286 с.

119. Гэлбрейт, Дж. К. Экономические теории и цели общества : пер. с англ. / Дж.К. Гэлбрейт. М. : Прогресс, 1979. 406 с.

120. Давыдова, Г.В. Проблемы организационной устойчивости предприятия / Г.В. Давыдова, М.М. Нюренберг // Известия Иркут. гос. экон. акад. 1999. № 4 (21). С. 52–57.

121. Данилов–Данильян, В.И. Устойчивое развитие (теоретико-методологический анализ) / В.И. Данилов–Данильян // Экономика и математические методы. 2003. Т. 39, № 2. С. 123–135.

122. Дафт, Р.Л. Менеджмент / Р.Л. Дафт. 2-е изд. СПб. : Питер, 2001. 832 с.

123. Дебре, Ж. Три функции цен в экономике / Ж. Дебре // Экономика и математические методы. 1990. Т. 26, вып. 1. С. 157–164.

124. Демидович, Б.П. Лекции по математической теории устойчивости : учеб. пособие. / Б.П. Демидович. 2-е изд. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1998. 480 с.

125. Демина, М.П. Теория ренты в современных условиях. Ее некоторые аспекты / М.П. Демина // Вестник Иркут. регион. отд-я АН ВШ России. 2007. № 1 (11). С. 14–24.

126. Джонсон, Р. Системы и руководство (теория систем и руководство системами) : пер. с англ. / Р. Джонсон, Ф. Каст, Д. Розенцвейг. 2-е изд., доп. М. : Сов. радио, 1971. 648 с.

127. Добрынин, А.И. Устойчивость, устойчивое развитие, экономическая устойчивость, устойчивый экономический рост / А.И. Добрынин, С.А. Дятлов // Реферативный сборник конкур-

сных проектов, получивших гранты на исследования в области фундаментальной экономики в 1999–2000 годах. СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2002. С. 31–33.

128. Дородницын, А.А. Математика и описательные науки / А.А. Дородницын // Число и мысль : сб. М. : Знание, 1982. Вып. 5. С. 6–15.

129. Дорф, Р. Современные системы управления : пер. с англ. / Р. Дорф, Р. Бишоп. М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2002. 832 с.

130. Друкер, П. Эффективное управление. Экономические задачи и оптимальные решения : пер. с англ. / П. Друкер. М. : ФАИР–ПРЕСС, 1998. 288 с.

131. Друкер, П. Задачи менеджмента в XXI веке : пер. с англ. / П. Друкер. М. : Издательский дом «Вильямс», 2000. 272 с.

132. Друкер, П. Энциклопедия менеджмента : пер. с англ. / П. Друкер. М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. 432 с.

133. Думлер, С.А. Линейное программирование и его применение на производстве / С.А. Думлер // Вестник машиностроения. 1958. № 10. С. 70–74.

134. Думлер, С.А. Управление производством и кибернетика / С.А. Думлер. М. : Машиностроение, 1969. 424 с.

135. Еремин, И.И. Противоречивые модели производственного планирования / И.И. Еремин // Число и мысль : сб. М. : Знание, 1987. Вып. 10. С. 28–53.

136. Ершов, В.Ф. Управление развитием производственных систем. Базовые понятия / В.Ф. Ершов // Организатор производства. 2005. № 2 (25). С. 5–7.

137. Желтенков, А.В. Управление операциями : Операционный менеджмент : учеб. пособие / А.В. Желтенков. М. : ИД ФБК–ПРЕСС, 2005. 208 с.

138. Завельский, М.Г. Об оценке деятельности по организации и управлению производством / М.Г. Завельский, Л.Е. Починщиков // Экономика и математические методы. 1969. Т. 5. С. 763–768.

139. Заде, Л.А. Тени нечетких множеств / Л.А. Заде // Проблемы передачи информации. 1966. Т. 2, вып. 1. С. 37–44.

140. Заде, Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений : пер. с англ. / Л.А. Заде // Математика сегодня : сб. статей. М. : Знание, 1974. С. 5–49.

141. Заде, Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений : пер. с англ. / Л.А. Заде. М. : Мир, 1976. 165 с.

142. Зайцев, Н.Л. Экономика, организация и управление предприятием : учеб. пособие / Н.Л. Зайцев. М. : ИНФРА–М, 2005. 491 с.

143. Занг, В.-Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории : пер. с англ. / В.-Б. Занг. М. : Мир, 1999. 335 с.

144. Захаров, В.Н. Системы управления. Задание. Проектирование. Реализация / В.Н. Захаров, Д.А. Поспелов, В.Е. Хазацкий. М. : Энергия, 1972. 344 с.

145. Захарчук, Е.А. Экономическая устойчивость и теория катастроф : точки соприкосновения : препринт / Е.А. Захарчук. Екатеринбург : Ин-т экономики УрО РАН, 2006. 61 с.

146. Золотогоров, В.Г. Экономика : Энциклопедический словарь / В.Г. Золотогоров. 2-е изд., стереотип. Мн. : Книжный дом, 2004. 720 с.

147. Иванилов, Ю.П. Математические модели в экономике / Ю.П. Иванилов, А.В. Лотов ; под. ред. Н.Н. Моисеева. М. : Наука, 1979. 304 с.

148. Иванова, Н.И. Национальные инновационные системы / Н.И. Иванова. М. : Наука, 2002. 244 с.

149. Ивантер, В.В. Экономическое прогнозирование в России : реальность и перспективы / В.В. Ивантер // Общество и экономика. 1999. № 5. С. 66–74.

150. Интрилигатор, М. Математические методы оптимизации и экономическая теория : пер. с англ / М. Интрилигатор. М. : Айрис-пресс, 2002. 576 с.

151. Казначеев, В.П. Проблемы гомеостаза в свете теории общей патологии и адаптации человека / В.П. Казначеев // Гомеостатика живых, технических, социальных и экологических систем ; отв. ред. Ю.М. Горский. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-е, 1990. С. 9–19.

152. Канторович, Л.В. Дальнейшее развитие математических методов и перспективы их применения в планировании и экономике / Л.В. Канторович // Применение математики в экономических исследованиях ; под ред. В.С. Немчинова. М. : Изд-во соц.-экон. лит., 1959. С. 310–353.

153. Канторович, Л.В. Оптимальные решения в экономике / Л.В. Канторович, А.Б. Горстко. М. : Наука, 1972. 231 с.

154. Канторович, Л.В. Оптимизационные методы в экономике : результаты, трудности, перспективы / Л.В. Канторович, И.В. Романовский // Кибернетика, 1977. № 2. С. 68–72.

155. Карлик, А.Е. Экономика предприятия : учеб. / А.Е. Карлик, М.Л. Шухгальтер, Е.А. Горбашко и др. ; под ред. А.Е. Карлика, М.Л. Шухгальтер. М. : ИНФРА-М, 2004. 432 с.

156. Карлик, Е.М. Специализация и поточные методы производства / Е.М. Карлик, Я.Ш. Гельгор. Л. : Машиностроение, 1974. 208 с.

157. Карлин, С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике : пер. с англ. / С. Карлин. М. : Мир, 1964. 838 с.

158. Касти, Дж. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы : пер. с англ. / Дж. Касти. М. : Мир, 1982. 216 с.

159. Качалов, Р.М. Управление хозяйственным риском / Р.М. Качалов. М. : Наука, 2002. 192 с.

160. Кейнс, Дж.М. Общая теория занятости, процента и денег / Дж.М. Кейнс // Антология экономической классики : в 2 т. М. : «ЭКОНОВ», 1993. Т. 2. С.137–432.

161. Киллен, К. Вопросы управления : пер. англ. / К. Киллен. М. : Экономика, 1981. 200 с.

162. Киреев, В.А. Модель АСУ промышленным предприятием / В.А. Киреев, Л.Н. Куранова, Е.А. Перфильева и др. ; под ред В.Ю. Бунакова. М. : Статистика, 1978. 126 с.

163. Кирпичников, М.П. Переход к экономике инновационного типа / М.П. Кирпичников // ЭКО. 1999. № 5. С. 16–18.

164. Клейн, Л. О переходе к рыночной экономике / Л. Клейн // Деньги и кредит. 1996. № 5. С. 35–41.

165. Клейнер, Г. Системная парадигма и теория предприятия / Г. Клейнер // Вопросы экономики. 2002. № 10. С. 47–69.

166. Клейнер, Г.Б. Эволюция институциональных систем / Г.Б. Клейнер. М. : Наука, 2004. 240 с.

167. Клиланд, Д. Системный анализ и целевое управление : пер. с англ. / Д. Клиланд, В. Кинг. М. : Сов. радио, 1974. 280 с.

168. Клир, Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач : пер. с англ. / Дж. Клир. М. : Радио и связь, 1990. 544 с.

169. Кнорринг, В.И. Теория, практика и искусство управления : учеб. / В.И. Кнорринг. М. : Издательская группа НОРМА-ИНФРА-М, 1999. 528 с.

170. Кобринский, Н.Е. Точность экономико-математических моделей / Н.Е. Кобринский, В.И. Кузьмин. М. : Финансы и статистика, 1981. 255 с.

171. Кобринский, Н.Е. Экономическая кибернетика : учеб. / Н.Е. Кобринский, Е.З. Майминас, А.Д. Смирнов. М. : Экономика, 1982. 408 с.

172. Козлова, О.В. Научные основы управления производством : учеб. / О.В. Козлова, И.Н. Кузнецов. М. : Экономика, 1970. 286 с.

173. Козлова, О.В. Автоматизированная система управления (Теория и методология) / О.В. Козлова, Н.А. Саломатин, В.И. Дудорин и др. ; под ред. О.В. Козловой. М. : Мысль, 1972. Т. 1. 455 с.

174. Козлова, О.В. Организация управления промышленным производством : учеб. / О.В. Козлова, Л.А. Александров, М.А. Сар-

кисов, Н.А. Саломатин и др. ; под ред. О.В. Козловой, С.Е. Каменицера. М. : Высш. шк., 1980. 399 с.

175. Козлова, О.В. Теория управления социалистическим производством : учеб. / О.В. Козлова, Э.М. Коротков, З.П. Румянцева и др. ; под ред. О.В. Козловой. 2-е изд., доп. и перераб. М. : Экономика, 1983. 432 с.

176. Козловский, В.А. Микроэкономические основы организации адаптивного производства : конспект лекций / В.А. Козловский, В.В. Кобзев, Н.Т. Савруков. СПб. : Политехника, 1998. 52 с.

177. Козловский, В.А. Производственный менеджмент : учеб. / В.А. Козловский, А.К. Казанцев, В.В. Кобзев, Б.И. Кузин и др. ; под ред. В.А. Козловского. М. : ИНФРА-М, 2005. 574 с.

178. Колмогоров, А.Н. Теория передачи информации / А.Н. Колмогоров // Сессия Академии наук СССР по научным проблемам автоматизации производства, 15–20 окт. 1956 г. : Пленар. заседания. М. : Изд-во АН СССР, 1957. С. 66–99.

179. Колмогоров, А.Н. Автоматы и жизнь / А.Н. Колмогоров // Возможное и невозможное в кибернетике : сб. статей ; под ред. А. Берга и Э. Кольмана. М. : Изд-во АН СССР, 1963. С. 10–29.

180. Колмогоров, А.Н. Теория информации и теория алгоритмов / А.Н. Колмогоров. М. : Наука, 1987. 304 с.

181. Кондратьев, В.В. Проектируем корпоративную архитектуру / В.В. Кондратьев, В.Я. Лоренц. М. : Эксмо, 2006. 208 с.

182. Кондратьев, Н.Д. Основные проблемы экономической статистики и динамики : Предварительный эскиз / Н.Д. Кондратьев. М. : Наука, 1991. 567 с.

183. Кононов, Ю.Д. Оценка макроэкономических последствий удорожания энергоносителей / Ю.Д. Кононов, А.Ю. Куклина, В.Н. Тыртышный // Экономика и математические методы. 2004. Т. 40, № 4. С. 93–101.

184. Коптюг, В.А. Наука спасет человечество / В.А. Коптюг. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1997. 343 с.

185. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров : пер. с англ. / Г. Корн, Т. Корн. М. : Наука, 1973. 832 с.

186. Корнай, Я. Дефицит : пер. с венг. / Я. Корнай. М. : Наука, 1990. 608 с.

187. Корнай, Я. Путь к свободной экономике : (Страстное слово в защиту экономических преобразований) : пер. с англ. / Я. Корнай. М. : Экономика, 1990. 149 с.

188. Корнай, Я. Системная парадигма / Я. Корнай // Вопросы экономики. 2002. № 4. С. 4–22.

189. Корнилова, Т.В. Принятие интеллектуальных решений в диалоге с компьютером / Т.В. Корнилова, О.К. Тихомиров. М. : Изд-во МГУ, 1990. 192 с.

190. Коротков, Э.М. Концепция менеджмента : учеб. пособие / Э.М. Коротков. М. : Инжиниринго-Консалтинговая Компания «ДеКА», 1997. 304 с.

191. Котельников, В.А. Теория потенциальной помехоустойчивости / В.А. Котельников. М. : Радио и связь, 1998. 152 с.

192. Коуз, Р. Фирма, рынок и право : пер. с англ. / Р. Коуз. М. : «Дело ЛТД» при участии изд-ва «Catallaxu», 1993. 192 с.

193. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств : пер. с фр. / А. Кофман. М. : Радио и связь, 1982. 432 с.

194. Красовский, А.А. Статистическая теория переходных процессов в системах управления / А.А. Красовский. М. : Наука, 1968. 240 с.

195. Красовский, А.А. Справочник по теории автоматического управления / А.А. Красовский, В.Н. Афанасьев, Л.А. Растринин, В.А. Якубович и др. ; под ред. А.А. Красовского. М. : Наука, 1987. 712 с.

196. Красовский, Н.Н. Теория управления движением. Линейные системы / Н.Н. Красовский. М. : Наука, 1968. 476 с.

197. Краюхин, Г.А. Моделирование научно-технического прогресса в машиностроении / Г.А. Краюхин, Ю.А. Львов, А.Д. Коробкин и др. ; под ред. Г.А. Краюхина. Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. 272 с.

198. Краюхин, Г.А. Экономика машиностроительной промышленности СССР : учеб. / Г.А. Краюхин, В.С. Кабаков, М.И. Орлова, Л.М. Лукашевич, Е.М. Карлик и др. ; под ред. Г.А. Краюхина. М. : Высш. шк., 1987. 416 с.

199. Кротов, В.Ф. Основы теории оптимального управления : учеб. пособие / В.Ф. Кротов, Б.А. Лагоша, С.М. Лобанов и др. ; под ред. В.Ф. Кротова. М. : Высш. шк., 1990. 430 с.

200. Кун, Г.У. Об одной теореме Вальда / Г.У. Кун // Линейные неравенства и смежные вопросы : сб. статей ; под ред. Г.У. Куна и А.У. Таккера. М. : Изд-во иностр. лит., 1959. С. 363–371.

201. Курганский, С.А. Макроэкономика : курс лекций / С.А. Курганский, А.В. Луссе. Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2002. 288 с.

202. Курдюмов, С.П. Новое в синергетике : Взгляд в третье тысячелетие / С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий, Д.С. Чернавский и др. М. : Наука, 2002. 478 с.

203. Курицкий, Б.Я. Оптимальное планирование машиностроительного производства на основе пакетов прикладных программ / Б.Я. Курицкий, В.В. Персианов, Ю.А. Сокуренок. Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1981. 230 с.

204. Кучин, Б.Л. Управление развитием экономических систем : технический прогресс, устойчивость / Б.Л. Кучин, Е.В. Якушева. М. : Экономика, 1990. 157 с.

205. Лагранж, Ж. Аналитическая механика : в 2 т. : пер. с фр. / Ж. Лагранж. 2-е изд. М.-Л. : Гос. изд-во технико-теоретической лит., 1950. Т. 1. 594 с.

206. Ланге, О. Введение в экономическую кибернетику : пер. с польск. / О. Ланге. М. : Прогресс, 1968. 208 с.

207. Ландау, Л.Д. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика / Л.Д. Ландау, А.И. Ахиезер, Е.М. Лифшиц. М. : Наука, 1969. 400 с.

208. Ландау, Л.Д. Физические тела / Л.Д. Ландау, А.И. Китайгородский. 4-е изд., испр. и доп. М. : Наука, 1978. 208 с.

209. Ланкастер, К. Математическая экономика : пер. с англ. / К. Ланкастер. М. : Сов. радио, 1972. 464 с.

210. Лафта, Дж.К. Менеджмент : учеб. пособие. / Дж.К. Лафта. 2-е изд., перераб. и доп. М. : ТК Велби, 2005. 592 с.

211. Левин, В.Л. Устойчивые равновесия в моделях коррупции при приватизации / В.Л. Левин / Препринт # WP/2002/140. М. : ЦЭМИ РАН, 2002. 23 с.

212. Левин, М.И. Математические модели экономического взаимодействия / М.И. Левин, В.Л. Макаров, А.М. Рубинов. М. : Физматлит, 1993. 376 с.

213. Лежен-Дирихле, П.Г. Об устойчивости равновесия (дополнение) / П.Г. Лежен-Дирихле // Лагранж Ж. Аналитическая механика : в 2 т. : пер. с фр. 2-е изд. М.-Л. : Гос. изд-во технико-теоретической лит., 1950. Т. 1. С. 537–540.

214. Ленин, В.И. К вопросу о диалектике / В.И. Ленин // В.И. Ленин : избр. соч. : в 10 т. Философские тетради. М. : Политиздат, 1986. Т. 5. Ч. II. С. 275–279.

215. Леонтьев, В.В. Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика : пер. с англ. / В.В. Леонтьев. М. : Политиздат, 1990. 415 с.

216. Летенко, В.А. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием : учеб. : в 2 ч. Организация и управление машиностроительным предприятием / Г.А. Брянский, В.С. Бялковская, В.А. Летенко и др. ; под ред. В.А. Летенко, Б.Н. Родионова. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Высш. шк., 1979. Ч. 1. 296 с.

217. Летенко, В.А. Организация машиностроительного производства : Теория и практика / В.А. Летенко, О.Г. Туровец. М. : Машиностроение, 1982. 208 с.

218. Летов, А.М. Устойчивость нелинейных регулируемых систем / А.М. Летов. 2-е изд., испр. и доп. М. : Физматлит, 1962. 484 с.

219. Летов, А.М. Математическая теория процессов управления / А.М. Летов. М. : Наука, 1981. 256 с.

220. Лопатников, Л.И. Экономико-математический словарь : Словарь современной экономической лексики / Л.И. Лопатников. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Дело, 2003. 520 с.

221. Лукичева, Л.И. Управление организацией : учеб. пособие ; под ред. Ю.П. Анискина. 2-е изд. М. : Омега-Л, 2005. 360 с.

222. Львов, Д.С. Институциональная экономика : учеб. пособие / Д.С. Львов, В.Г. Гребенников, В.В. Зотов и др. ; под рук. Д.С. Львова. М. : ИНФРА-М, 2001. 318 с.

223. Львов, Д.С. О стратегических проблемах долгосрочного развития / Д.С. Львов // Экономическая наука современной России. 2003. № 2. С. 17–25.

224. Львов, Ю.А. Интенсификация машиностроительного производства : организация и планирование / Ю.А. Львов, Р.Л. Сатаповский. Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1984. 182 с.

225. Льюс, Р. Игры и решения. Введение и критический обзор : пер. с англ. / Р. Льюс, Х. Райфа. М. : Изд-во иностр. лит., 1961. 642 с.

226. Ляпунов, А.М. Общая задача об устойчивости движения (диссертация и статьи) / А.М. Ляпунов. Череповец : Меркурий-ПРЕСС, 2000. 386 с.

227. Маевский, В.И. Эволюционная теория и технологический прогресс / В.И. Маевский // Вопросы экономики. 2001. № 11. С. 4–16.

228. Макаров, В.Л. Модели согласования экономических интересов : учеб. пособие / В.Л. Макаров. Новосибирск : Изд-во НГУ, 1981. 66 с.

229. Макаров, В.Л. Леонид Витальевич Канторович / В.Л. Макаров // Экономика и математические методы. 1990. Т. 26, вып. 1. С. 38–40.

230. Макаров, В.Л. Стендовое моделирование в экономике : сущность, цели, проблемы / В.Л. Макаров, С.А. Айвазян, В.А. Житков // Экономика и математические методы. 1990. Т. 26, вып. 2. С. 197–206.

231. Макаров, В. Контурь экономики знаний / В. Макаров // Экономист. 2003. № 3. С. 3–15.

232. Макаров, В.Л. Справочник экономического инструментария / В.Л. Макаров, Н.Е. Христолюбова, Е.Г. Яковенко. М. : ЗАО «Издательство «Экономика», 2003. 515 с.

233. Макаров, И.М. Теория выбора и принятия решений : учеб. пособие / И.М. Макаров, Т.М. Виноградская, А.А. Рубчинский, В.Б. Соколов. М. : Наука, 1982. 328 с.

234. Маленво, Э. Лекции по микроэкономическому анализу : пер. с фр. / Э. Маленво. М. : Наука, 1985. 392 с.
235. Маркова, Л.А. Изменчивость и устойчивость в науке / Л.А. Маркова // Вопросы философии. 2005. № 2. С. 103–115.
236. Маркс, К. Капитал. Том первый / К. Маркс // К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч. 2-е изд. М. : Политиздат, 1960. Т. 23. 907 с.
237. Марч, Дж. Организации / Дж. Марч, Г. Саймон // Личность. Культура. Общество. 2004. Т. 6, вып. 3 (23). С. 31–56.
238. Марчук, Г.И. Адаптивная АСУ производством : (АСУ «Сигма») / Г.И. Марчук, А.Г. Аганбегян, И.М. Бобко и др. ; под ред. Г.И. Марчука. М. : Статистика, 1981. 176 с.
239. Маршалл, А. Принципы экономической науки : в 3 т. : пер. с англ. / А. Маршалл. М. : Издательская группа «Прогресс», 1993. Т. 1. 415 с.
240. Маршалл, А. Принципы экономической науки : в 3 т. : пер. с англ. / А. Маршалл. М. : Издательская группа «Прогресс», 1993. Т. 2. 310 с.
241. Математика и кибернетика в экономике : Словарь-справочник ; редкол. : Н.П. Федоренко (отв. ред.), Л.В. Канторович и др. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Экономика, 1975. 700 с.
242. Математическая энциклопедия : в 5 т. ; гл. ред. И.М. Виноградов. М. : «Советская энциклопедия», 1984. Т. 5. 1248 стб.
243. Меерович, Г.А. Эффект больших систем / Г.А. Меерович. М. : Знание, 1985. 192 с.
244. Мельцер, М.И. Диалоговое управление производством (модели и алгоритмы) / М.И. Мельцер. М. : Финансы и статистика, 1983. 240 с.
245. Менделеев, Д.И. Границ познанию предвидеть невозможно / Д.И. Менделеев. М. : Сов. Россия, 1991. 592 с.
246. Менеджмент : словарь-справочник ; автор-составитель С.Э. Саркисов. М. : «Анкил», 2005. 808 с.
247. Месарович, М. Теория иерархических многоуровневых систем : пер. с англ. / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. М. : Мир, 1973. 344 с.
248. Месарович, М. Общая теория систем : математические основы : пер. с англ. / М. Месарович, Я. Такахара. М. : Мир, 1978. 311 с.
249. Мескон, М. Основы менеджмента : пер. с англ. / М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. М. : «Дело», 1992. 702 с.
250. Микроэкономика : учеб. / В.К. Гилева, М.П. Демина, Г.Н. Макарова, В.П. Горев и др. ; под общ. ред. М.А. Винокурова, Н.П. Лукьянчиковой. Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2005. 512 с.

251. Милгром, П. Экономика, организация и менеджмент : в 2 т. : пер. с англ. / П. Милгром, Дж. Робертс. СПб. : Экономическая школа, 1999. Т. 1. 468 с.

252. Милль, Дж.С. Основы политической экономии и некоторые аспекты их приложения к социальной философии : в 3 т. : пер. с англ. / Дж.С. Милль. М. : Изд-во «Прогресс», 1980. Т. 1. 495 с.

253. Милль, Дж.С. Основы политической экономии и некоторые аспекты их приложения к социальной философии : в 3 т. : пер. с англ. / Дж.С. Милль. М. : Изд-во «Прогресс», 1980. Т. 2. 480 с.

254. Мильнер, Б.З. Теория организации : учеб. / Б.З. Мильнер. 4-е изд., перераб. и доп. М. : ИНФРА-М, 2005. 648 с.

255. Минцберг, Г. Школа стратегий / Г. Минцберг, Б. Альстрэнд, Дж. Лэмпел : пер. с англ. СПб. : Издательство «ПИТЕР», 2000. 336 с.

256. Митрофанов, С.П. Научные основы организации группового производства / С.П. Митрофанов. М.; Л. : Машгиз, 1963. 308 с.

257. Могилевский, В.Д. Методология систем : вербальный подход / В.Д. Могилевский. М. : ОАО «Издательство «Экономика», 1999. 251 с.

258. Моисеев, Н.Н. Математические задачи системного анализа / Н.Н. Моисеев. М. : Наука, 1981. 488 с.

259. Моисеев, Н.Н. Предисловие / Н.Н. Моисеев // Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М. : Наука, 1981. С. 8–14.

260. Моисеев Н.Н. Динамика биосферы и глобальные модели (концепции и проблемы) / Н.Н. Моисеев // Число и мысль : сб. М. : Знание, 1982. Вып. 5. С. 56–113.

261. Моисеев, Н.Н. Алгоритмы развития / Н.Н. Моисеев. М. : Наука, 1987. 304 с.

262. Моисеева, Н.К. Гармонизация производства в условиях глобальной конкуренции / Н.К. Моисеева // Организатор производства. 2003. № 3 (18). С. 5–8.

263. Моришима, М. Равновесие, устойчивость, рост (Многоотраслевой анализ) : пер. с англ. / М. Моришима. М. : Наука, 1972. 280 с.

264. Моррисей, Дж. Целевое управление организацией : пер. с англ. / Дж. Моррисей. М. : Сов. радио, 1979. 144 с.

265. Мэнкью, Н.Г. Макроэкономика : пер. с англ. / Н.Г. Мэнкью. М. : Изд-во МГУ, 1994. 736 с.

266. Найт, Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль : пер. с англ. / Ф.Х. Найт. М. : Дело, 2003. 360 с.

267. Народное хозяйство СССР за 70 лет : Юбилейный стат. ежегодник / Т.В. Артемова, Л.А. Уманский, Ю.С. Чупрова / Госкомстат СССР. М. : Финансы и статистика, 1987. 766 с.

268. Негойцэ, К. Применение теории систем к проблемам управления : пер. с англ. / К. Негойцэ. М. : Мир, 1981. 180 с.

269. Нейман, Дж., фон. Теория игр и экономическое поведение : пер. с англ. / Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн. М. : Наука, 1970. 708 с.

270. Нейман, Дж., фон. Теория самовоспроизводящихся автоматов : пер. с англ. / Дж. фон Нейман. М. : Мир, 1971. 382 с.

271. Неймарк, А.И. Математические методы в организации и планировании машиностроительных и приборостроительных предприятий / А.И. Неймарк, С.А. Соколицын // Математические методы в технико-экономических расчетах. М. : Изд-во АН СССР, 1961. С. 23–34.

272. Некипелов, А. Российский кризис и рационализация экономической стратегии / А. Некипелов // Рос. экон. журнал. 1999. № 1. С. 3–15.

273. Некипелов, А. Проблемы трансформируемой экономики / А. Некипелов // Общество и экономика. 2003. № 6. С. 13–20.

274. Немчин, А.М. Понятие «надежность социально-экономических систем» (основная аксиоматика) / А.М. Немчин, А.Н. Фурманков // Вестник ИНЖЭКОНА. Серия «Экономика». 2005. Вып. 4 (9). С. 11–17.

275. Немчин, А.М. Услуги как стратегический фактор успеха промышленного предприятия / А.М. Немчин, В.В. Кулибанова // Вестник ИНЖЭКОНА. Серия «Экономика». 2005. Вып. 4 (9). С. 150–154.

276. Немчинов, В.С. Экономико-математические методы и модели / В.С. Немчинов. М. : Соцэкгиз, 1962. 410 с.

277. Непорент, О.И. Технические основы календарного движения производства / О.И. Непорент. М.; Л. : Гос. изд-во Станд-я и рац-я, 1933. 414 с.

278. Нетушил, А.В. Теория автоматического управления : учеб. : в 2 ч. / А.В. Нетушил, Л.С. Гольдфарб, И.М. Александровский и др. ; под ред. А.В. Нетушила. М. : Высш. шк., 1972. Ч. 2. 432 с.

279. Нобелевские лауреаты XX века. Экономика. Энциклопедический словарь ; автор–составитель Л.Л. Васина. М. : «Российская политическая энциклопедия», 2001. 336 с.

280. Новик, И.Б. Негэнтропия и количество информации / И.Б. Новик // Вопросы философии. 1962. № 6. С. 118–128.

281. Новожилов, В.В. Спорные вопросы применения метода вспомогательных множителей в социалистической экономике (к проблеме ее оптимальной организации) / В.В. Новожилов // Экономико-математические методы. Вып. 1. Народнохозяйственные мо-

дели. Теоретические вопросы потребления. М. : Изд-во АН СССР, 1963. С. 107–144.

282. Новожилов, В.В. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании / В.В. Новожилов. М. : Наука, 1972. 434 с.

283. Нуреев, Р. Основы экономической теории (глава) / Р. Нуреев, Ю. Латов // Вопросы экономики. 1993. № 12. С. 122–150.

284. Нэш, Дж. Бескоалиционные игры / Дж. Нэш // Матричные игры. М. : Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1961. С. 205–221.

285. О' Шоннеси, Дж. Принципы организации управления фирмой / Дж. О' Шоннеси. М. : МТ ПРЕСС, 1999. 296 с.

286. Обэр–Крие, Дж. Управление предприятием : пер. с фр. / Дж. Обэр–Крие. М. : Прогресс, 1973. 304 с.

287. Овсянникова, И. Выживание в жестких условиях / И. Овсянникова // Экономика. Право. Менеджмент. 2003. № 17 (240). С. 4.

288. Олейник, А.Н. Институциональная экономика : учеб. пособие / А.Н. Олейник. М. : ИНФРА-М, 2000. 416 с.

289. Оппельт, В. Процессы регулирования в технике и их описание / В. Оппельт // Процессы регулирования в моделях экономических систем : сб. статей : пер. с англ. М. : Изд-во иностр. лит., 1961. С. 18–38.

290. Орлов, А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях / А.И. Орлов. М. : Наука, 1979. 296 с.

291. Парин, В.В. Проблемы кибернетики. Некоторые итоги и проблемы философско-методологических исследований / В.В. Парин, Б.В. Бирюков, Е.С. Геллер, И.Б. Новик. М. : Знание, 1969. 176 с.

292. Паск, Г. Естественная история цепей // Г. Паск / Самоорганизующиеся системы : пер. с англ. М. : Мир, 1964. С. 318–357.

293. Первозванский, А.А. Математические модели в управлении производством / А.А. Первозванский. М. : Наука, 1975. 616 с.

294. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления : учеб. пособие / А.А. Первозванский. М. : Наука, 1986. 616 с.

295. Петраков, Н.Я. Кибернетические проблемы управления экономикой / Н.Я. Петраков. М. : Наука, 1974. 161 с.

296. Петраков, Н.Я. Фактор неопределенности и управление экономическими системами / Н.Я. Петраков, В.И. Ротарь. М. : Наука, 1985. 191 с.

297. Петраков, Н.Я. Проблемы формирования рынка в СССР / Н.Я. Петраков // Экономика и математические методы. 1990. Т. 26, вып. 3. С. 389–397.

298. Петров, А.Н. Стратегический менеджмент / А.Н. Петров, Г.А. Буренина, С.М. Климов и др. ; под ред. А.Н. Петрова. СПб. : Питер, 2005. 496 с.

299. Петров, В.А. Организация, планирование приборостроительного производства и управление предприятием : учеб. / В.А. Петров, Л.П. Беликова, Э.В. Минько и др. ; под общ. ред. В.А. Петрова. Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. 424 с.

300. Петухов, Р.М. Использование линейного программирования для распределения производственной программы машиностроительного завода по месяцам года / Р.М. Петухов, М.В. Недлина // Применение математических методов и новейшей техники в планировании машиностроительного производства : тр. МИЭИ им. С. Орджоникидзе. М., 1962. Вып. 19. С. 140–150.

301. Петухов, Р.М. Экономическая эффективность и организация производства / Р.М. Петухов, Е.С. Лазуткин. М. : Экономика, 1972. 220 с.

302. Поваров, Г.Н. Ампер и кибернетика / Г.Н. Поваров. М. : Сов. радио, 1977. 96 с.

303. Пойа, Д. Математика и правдоподобные рассуждения : пер. с англ. / Д. Пойа. 2-е изд., испр. М. : Наука, 1975. 464 с.

304. Политехнический словарь ; редкол. : А.Ю. Ишлинский (гл. ред.) и др. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Сов. энциклопедия, 1989. 656 с.

305. Полтерович, В.М. Экономическое равновесие и хозяйственный механизм / В.М. Полтерович. М. : Наука, 1990. 256 с.

306. Полтерович, В.М. Теория экономического равновесия : основные понятия / В.М. Полтерович // Экономическая школа. 1999. Вып. 5. С. 487–499.

307. Полтерович, В.М. Оптимальный выбор экономических институтов / В.М. Полтерович // Экономика и математические методы. 2003. Т. 39, № 4. С. 52–58.

308. Полтерович, В.М. К руководству для реформаторов : некоторые выводы из теории экономических реформ / В.М. Полтерович // Экономическая наука современной России. 2005. № 1 (28). С. 7–25.

309. Полтерович, В.М. Стратегии институциональных реформ / В.М. Полтерович / Препринт # WP/2005/190. М. : ЦЭМИ РАН, 2005. 51 с. (Рус.).

310. Понтрягин, Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учеб. / Л.С. Понтрягин. 4-е изд. М. : Наука, 1974. 332 с.

311. Попов, Г.Х. Проблемы теории управления / Г.Х. Попов. 2-е изд., доп. и перераб. М. : Экономика, 1974. 318 с.

312. Попов, Е.В. Миниэкономика / Е.В. Попов, А.И. Татаркин. М. : Наука, 2003. 487 с.

313. Попов, Е.И. Развитие эффективной организации и управления производством : учеб. пособие / Н.А. Гришина, Е.И. Попов, Р.Л. Сатановский. Иркутск : ИПИ, 1991. 59 с.

314. Портер, М. Конкуренция : учеб. пособие : пер. с англ. / М. Портер. М. : Издательский дом «Вильямс», 2001. 495 с.

315. Португал, В.М. Внедрение типовой системы управления предприятием / В.М. Португал, А.И. Семенов, А.А. Марголин. М. : Наука, 1981. 351 с.

316. Поспелов, Г.С. Программно-целевое планирование и управление (Введение) / Г.С. Поспелов, В.А. Ириков. М. : Сов. радио, 1976. 440 с.

317. Поспелов, Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления / Д.А. Поспелов. М. : Энергоиздат, 1981. 232 с.

318. Прангишвили, И.В. Системный подход и общесистемные закономерности / И.В. Прангишвили. М. : СИНТЕГ, 2000. 528 с.

319. Прангишвили, И. Системный подход, системное мышление и вопросы управления / И. Прангишвили // Общество и экономика. 2003. № 6. С. 83–97.

320. Пресняков, В.Ф. Модель поведения предприятия / В.Ф. Пресняков. М. : Наука, 1991. 192 с.

321. Пригожин, А.И. Методы развития организаций / А.И. Пригожин. М. : МЦФЭР, 2003. 864 с.

322. Пригожин, И. Время, хаос, квант : пер. с англ. / И. Пригожин, И. Стенгерс. М. : Издательская группа «Прогресс», 1999. 268 с.

323. Пригожин, И. Познание сложного. Введение / Г. Николис, И. Пригожин : пер. с англ. 2-изд., стереотип. М. : Едиториал УРСС, 2003. 344 с.

324. Промышленность России. 2005 : стат. сб. / Росстат. М., 2006. 460 с.

325. Пуанкаре, А. О науке : пер. с фр. / А. Пуанкаре ; под ред. Л.С. Понтрягина. 2-е изд., стер. М. : Наука, 1990. 736 с.

326. Путь инноваций : без оврагов // Поиск. 2002. № 50 (708).

327. Путятин, Л.М. Экономика и финансы предприятия : учеб. / Л.М. Путятин, В.Б. Родинов. М. : Экономика и финансы, 2006. 648 с.

328. Равновесие и неравновесие социально-экономических систем / Г.В. Давыдова, А.И. Добрынин, Д.Ю. Миропольский, А.Н. Петров, С.В. Чупров и др. ; под ред. акад., д-ра экон. наук, проф. А.И. Добрынина, д-ра экон. наук, проф. Д.Ю. Миропольского. СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 1998. 342 с.

329. Райзберг, Б.А. Курс управления экономикой / Б.А. Райзберг. СПб. : Питер, 2003. 528 с.

330. Райзберг, Б.А. Экономика и управление. Словарь / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский. М. : Московский психолого-социальный институт, 2005. 488 с.

331. Райченко, А.В. Прикладная организация / А.В. Райченко. СПб. : Питер, 2003. 304 с.

332. Растринин, Л.А. Современные принципы управления сложными объектами / Л.А. Растринин. М. : Сов. радио, 1980. 232 с.

333. Родионов, Б.Н. Организация, планирование и управление машиностроительным производством : учеб. пособие / Б.Н. Родионов, Н.А. Саломатин, Л.Г. Осадчая и др. ; под общ. ред. Б.Н. Родионова. М. : Машиностроение, 1989. 328 с.

334. Родионова, В.Н. Концептуальные основы современной организации производства / В.Н. Родионова // Организатор производства. 2004. № 4 (23). С. 5–8.

335. Родионова, В.Н. Организация производства и управление предприятием : учеб. пособие / В.Н. Родионова, О.Г. Туровец. М. : Издательство РИОР, 2005. 128 с.

336. Розенблют, А. Поведение, целенаправленность и телеология / А. Розенблют, Н. Винер, Дж. Бигелоу // Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине : пер. с англ. 2-е изд. М. : Наука, 1983. С. 297–307.

337. Российский статистический ежегодник. 2004 : стат. сб. / Госкомстат России. М., 2004. 725 с.

338. Российский статистический ежегодник. 2005 : стат. сб. / Росстат. М., 2006. 819 с.

339. Россия в цифрах. 2006 : крат. стат. сб. / Росстат. М., 2006. 462 с.

340. Саймон, Г. О применении теории следящих систем для изучения процессов регулирования производства / Г. Саймон // Процессы регулирования в моделях экономических систем : сб. статей : пер. с англ. М. : Изд-во иностр. лит., 1961. С. 221–254.

341. Саймон, Г. Менеджмент в организациях : сокр. пер. с англ. / Г. Саймон, Д. Смитбург, В. Томпсон. М. : Экономика, 1995. 335 с.

342. Саймон, Г. Теория принятия решений в экономической теории и науке о поведении / Г. Саймон // Теория фирмы ; под ред. В.М. Гальперина. СПб. : Экономическая школа, 1995. С. 54–72.

343. Саймон, Г. Рациональное принятие решений в деловых организациях. Нобелевская мемориальная лекция, прочитанная 8 декабря 1977 г. / Г. Саймон // Психологический журнал. 2001. Т. 22, № 6. С. 25–34.

344. Саймон, Г. Рациональное принятие решений в деловых организациях. Нобелевская мемориальная лекция, прочитанная

8 декабря 1977 г. / Г. Саймон // Психологический журнал. 2002. Т. 23, № 1. С. 42–51.

345. Самаруха, В.И. Выработка управленческих решений в целях обеспечения устойчивого социально-экономического развития муниципальных образований Байкальского региона / В.И. Самаруха, Н.М. Шодорова. Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2002. 171 с.

346. Самаруха, В.И. Управление корпорацией : учеб. пособие / В.И. Самаруха, Т.Г. Краснова, Ю.А. Пурденко. Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2003. 148 с.

347. Самуэльсон, П. Экономика : в 2 т. : пер. с англ. / П. Самуэльсон. М. : НПО «Алгон», ВНИИСИ, 1992. Т. 2. 415 с.

348. Самуэльсон, П. Основания экономического анализа : пер. с англ. / П. Самуэльсон. СПб. : Экономическая школа, 2002. 604 с.

349. Сатановский, Р.Л. Анализ и планирование организационного уровня производства / Р.Л. Сатановский. М. : Экономика, 1982. 151 с.

350. Сатановский, Р.Л. Методы снижения производственных потерь / Р.Л. Сатановский. М. : Экономика, 1988. 302 с.

351. Светник, Т.В. Современное предприятие : экономика, управление, организация и планирование : учеб. пособие / Т.В. Светник, Р.Н. Вепрова, М.И. Тертышник, О.В. Чистякова ; под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. Т.В. Светник. Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2003. 428 с.

352. Свирежев, Ю.М. Математические модели в экологии / Ю.М. Свирежев // Число и мысль : сб. М. : Знание, 1982. Вып. 5. С. 16–55.

353. Сербиновский, Б.Ю. Теория и методы диагностики производственных систем / Б.Ю. Сербиновский. Новочеркасск : ЮРГТУ, 2000. 158 с.

354. Сетров, М.И. Основы функциональной теории организации. Философский очерк / М.И. Сетров. Л. : Наука. Ленингр. отд., 1972. 164 с.

355. Сетров, М.И. Информационные процессы в биологических системах. Методологический очерк / М.И. Сетров. Л. : Наука. Ленингр. отд., 1974. 155 с.

356. Сигорский, В.П. Математический аппарат инженера / В.П. Сигорский. Киев : Техніка, 1975. 768 с.

357. Скурихин, В.И. Адаптивные системы управления машиностроительным производством / В.И. Скурихин, В.А. Забродский, Ю.В. Копейченко. М. : Машиностроение, 1989. 208 с.

358. Словарь по кибернетике ; под ред. В.М. Глушкова. Киев : Гл. ред. Украинской советской энциклопедии, 1979. 624 с.

359. Словарь современной экономической теории Макмиллана : пер. с англ. ; общ. ред. Д.У. Пирса. М. : ИНФРА-М, 1997. 608 с.

360. Слуцкий, Е.Е. К теории сбалансированного бюджета потребителя / Е.Е. Слуцкий // Экономико-математические методы. Вып. 1. Народнохозяйственные модели. Теоретические вопросы потребления. М. : Изд-во АН СССР, 1963. С. 241–277.

361. Смирнов, С.В. Управление машиностроительным предприятием : учеб. / С.В. Смирнов, С.Н. Ефимушкин, А.А. Колобов и др. ; под ред. С.Г. Пуртова, С.В. Смирнова. М. : Высш. шк., 1989. 240 с.

362. Смит, А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А. Смит // Антология экономической классики : в 2-х т. М. : МП «ЭКОНОВ», 1993. Т. 1. С. 79–396.

363. Смит, О.Дж.М. Электронные модели экономики / О.Дж.М. Смит // Процессы регулирования в моделях экономических систем : сб. статей : пер. с англ. М. : Изд-во иностр. лит., 1961. С. 274–290.

364. Смит, О.Дж.М. Электронная модель–аналог экономической системы // О.Дж.М. Смит, Х.Ф. Эрдли // Процессы регулирования в моделях экономических систем : сб. статей : пер. с англ. М. : Изд-во иностр. лит., 1961. С. 255–273.

365. Смоляр, Л.И. Использование математических методов в календарном планировании мелкосерийного производства / Л.И. Смоляр, Ф.И. Биншток // Применение математических методов и новейшей вычислительной техники в планировании машиностроительного производства : тр. МИЭИ им. С. Орджоникидзе. М., 1962. Вып. 19. С. 113–126.

366. Современное управление. Энциклопедический справочник : в 2 т. : пер. с англ. ; под ред. Д.Н. Карпухина, Б.З. Мильнера. М. : «Издатцентр», 1997. Т. 2. 576 с.

367. Соколицын, С.А. Применение математических методов в экономике и организации машиностроительного производства / С.А. Соколицын. Л. : Машиностроение, 1970. 216 с.

368. Соколицын, С.А. Организация и оперативное управление машиностроительным производством : учеб. / С.А. Соколицын, Б.И. Кузин. Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. 527 с.

369. Соколицын, С.А. Многоуровневая система оперативного управления ГПС в машиностроении / С.А. Соколицын, В.А. Дуболазов, Ю.Н. Домченко ; под общ. ред. С.А. Соколицына. СПб. : Политехника, 1991. 208 с.

370. Солодовников, В.В. Теория сложности и проектирование систем управления / В.В. Солодовников, В.И. Тумаркин. М. : Наука, 1990. 168 с.

371. Солоу, Р. Перспективы теории роста / Р. Солоу // Мировая экономика и международные отношения. 1996. № 8. С. 69–77.

372. Солоу, Р. Экономическая теория ресурсов или ресурсы экономической теории. Лекция в честь Ричарда Т. Эли / Р. Солоу // Вехи экономической мысли. Рынки факторов производства. ; под ред. В.М. Гальперина. СПб. : Экономическая школа, 2000. Т. 3. С. 304–331.

373. Сорос, Дж. Кризис мирового капитализма. Открытое общество в опасности : пер. с англ. / Дж. Сорос. М. : ИНФРА-М, 1999. XXVI, 262 с.

374. Старр, М. Управление производством : пер. с англ. / М. Старр. М. : Прогресс, 1968. 397 с.

375. Стиглер, Дж. Совершенная конкуренция : исторический ракурс / Дж. Стиглер // Теория фирмы ; под ред. В.М. Гальперина. СПб. : Экономическая школа, 1995. С. 299–328.

376. Стиглиц, Дж. Куда ведут реформы? (К десятилетию начала переходных процессов) / Дж. Стиглиц // Вопросы экономики. 1999. № 7. С. 4–30.

377. Стиглиц, Дж. Глобализация : тревожные тенденции : пер. с англ. / Дж. Стиглиц. М. : Мысль, 2003. 300 с.

378. Столерю, Л. Равновесие и экономический рост (Принципы макроэкономического анализа) : пер. с фр. / Л. Столерю. М. : Статистика, 1974. 472 с.

379. Сэй, Ж.-Б. Трактат по политической экономии / Ж.-Б. Сэй // Ж.-Б. Сэй, Ф. Бастиа. Трактат по политической экономии. Экономические софизмы. Экономические гармонии. М. : Дело, 2000. 232 с.

380. Тарасевич, Л.С. Макроэкономика : учеб. / Л.С. Тарасевич, П.И. Гребенников, А.И. Леусский. 6-е изд., испр. и доп. М. : Высш. обр., 2007. 654 с.

381. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики : учеб. / С.М. Тарг. 15-е изд., стер. М. : Высш. шк., 2005. 416 с.

382. Татарников, Е.А. Управление предприятием : конспект лекций / Е.А. Татарников. Ростов н/Д : Феникс, 2005. 224 с.

383. Татевосов, К.Г. Построение календарно-объемного плана многономенклатурного машиностроительного производства с применением линейного программирования и электронно-вычислительных машин / К.Г. Татевосов, Р.П. Шейнман // Применение математических методов и новейшей вычислительной техники в планировании машиностроительного производства : тр. МИЭИ им. С. Орджоникидзе. М., 1964. Вып. 20. С. 88–101.

384. Татевосов, К.Г. Основы оперативно-производственного планирования на машиностроительном предприятии / К.Г. Татевосов. 2-е изд., перераб. и доп. Л. : Машиностроение, Ленингр. отделение, 1985. 278 с.

385. Терехов, Л.Л. Кибернетика для экономистов / Л.Л. Терехов. М. : Финансы и статистика, 1983. 191 с.

386. Тихонов, А.Н. Дифференциальные уравнения : учеб. / А.Н. Тихонов, А.Б. Васильева, А.Г. Свешников. 4-е изд. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. 256 с.

387. Тишнер, Г. Количественное представление процессов регулирования в экономических системах / Г. Тишнер // Процессы регулирования в моделях экономических систем : сб. статей : пер. с англ. М. : Изд-во иностр. лит., 1961. С. 122–136.

388. Тоффлер, А. Футурошок / А. Тоффлер. СПб. : Лань, 1997. 464 с.

389. Трапезников, В. Кибернетика и автоматическое управление / В. Трапезников // Возможное и невозможное в кибернетике : сб. статей ; под ред. А. Берга и Э. Кольмана. М. : Изд-во АН СССР, 1963. С. 178–187.

390. Трапезников, В.А. Управление и научно-технический прогресс / В.А. Трапезников. М. : Наука, 1983. 224 с.

391. Трикоми, Ф. Дифференциальные уравнения : пер. с англ. / Ф. Трикоми. М. : Изд-во иностр. лит., 1962. 351 с.

392. Туровец, О.Г. Проблемы развития организации производства при переходе к постиндустриальной экономике / О.Г. Туровец // Организатор производства. 2006. № 1 (28). С. 12–14.

393. Уайлд, Д.Дж. Методы поиска экстремума : пер. с англ. / Д.Дж. Уайлд. М. : Наука, 1967. 268 с.

394. Уемов, А.И. Вещи, свойства и отношения / А.И. Уемов. М. : Изд-во АН СССР, 1963. 184 с.

395. Уколов, В.Ф. Теория управления : учеб. / В.Ф. Уколов, А.М. Масс, И.К. Быстряков. 2-е изд., доп. М. : ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. 656 с.

396. Управление — это наука и искусство : А. Файоль, Г. Эмерсон, Ф. Тэйлор, Г. Форд / А. Файоль, Г. Эмерсон, Ф. Тэйлор, Г. Форд. М. : Республика, 1992. 351 с.

397. Управление организацией : учеб. ; под ред. А.Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, Н.А. Саломатина. 3-е изд., перераб. и доп. М. : ИНФРА-М, 2005. 716 с.

398. Управление организацией : энциклопедический словарь ; под ред. А.Г. Поршнева, А.Я. Кибанова, В.Н. Гунина. М. : Издательский Дом «ИНФРА-М», 2001. 822 с.

399. Урсул, А.Д. Природа информации. Философ. очерк / А.Д. Урсул. М. : Политиздат, 1968. 288 с.

400. Фалмер, Р.М. Энциклопедия современного управления : в 5 т. : пер. с англ. / Р.М. Фалмер. М. : ВИПКэнерго, 1992. Т. 1. 168 с.

401. Федоренко, Н.П. Экономико-математические методы в планировании и управлении / Н.П. Федоренко // Автоматизированные системы управления (Применение вычислительной техники и автоматизированных систем управления на предприятиях и в отраслях промышленности.). М. : Экономика, 1972. С. 164–174.

402. Федоренко, Н.П. Вопросы оптимального функционирования экономики / Н.П. Федоренко. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Наука, 1990. 304 с.

403. Федоренко, Н.П. О целях и стратегии социально-экономического развития России / Н.П. Федоренко // Экономика и математические методы. 2003. Т. 39, № 2. С. 3–13.

404. Фельдбаум, А.А. Методы теории автоматического управления / А.А. Фельдбаум, А.Г. Бутковский. М. : Наука, 1971. 744 с.

405. Физический энциклопедический словарь ; гл. ред. А.М. Прохоров. М. : Сов. энциклопедия, 1983. 928 с.

406. Фомичев, А.Н. Риск-менеджмент : учеб. / А.Н. Фомичев. 2-е изд. М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2006. 292 с.

407. Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) : пер. с англ. / Дж. Форрестер. М. : Прогресс, 1971. 340 с.

408. Фридман, М. Могучая рука рынка / М. Фридман // Фридман и Хайек о свободе : пер. с англ. Минск : Полифакт-Референдум, 1990. С. 26–68.

409. Фридман, М. Количественная теория денег : пер. с англ. / М. Фридман. М. : Эльф-пресс, 1996. 131 с.

410. Хайек, Ф. Конкуренция как процедура открытия / Ф. Хайек // Мировая экономика и международные отношения. 1989. № 12. С. 6–14.

411. Хакен, Г. Синергетика : Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах : пер. с англ. / Г. Хакен. М. : Мир, 1985. 423 с.

412. Хакен, Г. Информация и самоорганизация : Макроскопический подход к сложным системам : пер. с англ. / Г. Хакен. М. : Мир, 1991. 240 с.

413. Хаксевер, К. Управление и организация в сфере услуг : пер. с англ. / К. Хаксевер, Б. Рендер, Р. Рассел, Р. Мердик. 2-е изд. СПб. : Питер, 2002. 752 с.

414. Хан, Г. Статистические модели в инженерных задачах : пер. с англ. / Г. Хан, С. Шапиро. М. : Мир, 1969. 395 с.

415. Хан, Д. Планирование и контроль : концепция контроллинга : пер. с нем. / Д. Хан. М. : Финансы и статистика, 1997. 800 с.

416. Харкевич, А.А. Теория информации. Опознавание образов : избр. тр. : в 3 т. / А.А. Харкевич. М. : Наука, 1973. Т. 3. 524 с.

417. Хартли, Дж. ГПС в действии : пер. с англ. / Дж. Хартли. М. : Машиностроение, 1987. 328 с.

418. Хикс, Дж.Р. Стоимость и капитал : пер. с англ. / Дж.Р. Хикс. М. : Издательская группа «Прогресс», 1993. 488 с.

419. Хэй, Д. Теории организации промышленности : в 2 т. : пер. с англ. / Д. Хэй, Д. Моррис. СПб. : Экономическая школа, 1999. Т. 1. 384 с.

420. Хэй, Д. Теории организации промышленности : в 2 т. : пер. с англ. / Д. Хэй, Д. Моррис. СПб. : Экономическая школа, 1999. Т. 2. 592 с.

421. Цыгичко, В.Н. Руководителю — о принятии решений / В.Н. Цыгичко. 2-е изд., испр. и доп. М. : ИНФРА-М, 1996. 272 с.

422. Цыпкин, Я.З. Основы теории обучающихся систем / Я.З. Цыпкин. М. : Наука, 1970. 252 с.

423. Чернавский, Д.С. Синергетика и информация (динамическая теория информации) / Д.С. Чернавский. 2-изд., испр. и доп. М. : Едиториал УРСС, 2004. 288 с.

424. Чейз, Р. Производственный и операционный менеджмент : пер. с англ. / Р. Чейз, Н. Эквилайн, Р. Якобс. 8-е изд. М. : Издательский дом «Вильямс», 2001. 704 с.

425. Четаев, Н.Г. Теоретическая механика / Н.Г. Четаев. М. : Наука, 1987. 368 с.

426. Четаев, Н.Г. Устойчивость движения : учеб. рук-во / Н.Г. Четаев. 4-е изд., испр. М. : Наука, 1990. 176 с.

427. Чупров, С.В. Обобщенные параметры — принцип их построения, роль и место в системе параметров / С.В. Чупров // Проблемы внедрения результатов и оценка эффективности научно-исследовательских работ по разработке, совершенствованию и внедрению АСУП в народном хозяйстве : тез. докл. всесоюз. науч.-коорд. совещ. Иркутск, 1982. С. 79–80.

428. Чупров, С.В. Тип производства — значение и способ определения при типизации проектных решений в АСУ / С.В. Чупров // Синтез и проектирование многоуровневых систем управления : тез. докл. I всесоюз. науч.-техн. конф. Барнаул, 1982. Ч. 2. С. 23–25.

429. Чупров, С.В. Формирование плана производства машиностроительного предприятия в размытых ограничениях / С.В. Чупров // Роль научно-технического прогресса в интенсификации машиностроения области : тез. докл. конф. Иркутск, 1987. С. 18–19.

430. Чупров, С.В. Производственная система : анализ разнообразия состояний с точки зрения их неоднородности и нерегулярности / С.В. Чупров ; ИПИ. Иркутск, 1988. 15 с. Деп. в ВИНТИ 26.08.88, № 6734-В88.

431. Чупров, С.В. Типология производственных систем при нечетких представлениях о степени однородности и регулярности их деятельности / С.В. Чупров // Экономические проблемы научно-технического прогресса в машиностроении : межвуз. сб. Иркутск, 1988. С. 150–156.

432. Чупров, С.В. Поведение параметров неоднородности и нерегулярности состояний производственной системы / С.В. Чупров ; ИПИ. Иркутск, 1992. 8 с. Библиогр. : с. 8. Деп. в ВИНТИ 25.02.92, № 630-В92.

433. Чупров, С.В. Мониторинг производственно-финансовой деятельности промышленных предприятий / С.В. Чупров // ЭКО. 1998. № 3. С. 75–81.

434. Чупров, С.В. Упорядоченность состояний и устойчивость поведения производственной системы / С.В. Чупров // Проблемы равновесия и устойчивости в экономических и социальных системах : сб. науч. тр. Новосибирск : Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. С. 124–129.

435. Чупров, С.В. Применение теории нечетких множеств в экономических задачах анализа и принятия решений (краткий обзор) / С.В. Чупров // Теория, методы и инструменты принятия решений в живых, социальных и технических системах : материалы к 19 засед. междунар. семинара «Гомеостатика живых, природных, технических и социальных систем». Иркутск : Ирк. обл. адм., ИСЭМ СО РАН, ИрГТУ, 2001. С. 77–84.

436. Чупров, С.В. Информационный ресурс и эффект работы производственной системы / С.В. Чупров // Экономика и управление. 2002. № 5 (49). С. 71–74.

437. Чупров, С.В. Информационное условие устойчивости экономического эффекта деятельности предприятия / С.В. Чупров // Экономика, экология и общество России в 21-м столетии : тр. 4-й междунар. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург, 21–23 мая 2002 г. : в 4 т. СПб. : Нестор, 2002. Т. 4. С. 24–28.

438. Чупров, С.В. Влияние типа производственной системы на устойчивость ее функционирования / С.В. Чупров // Организатор производства. 2003. № 2 (17). С. 10–12.

439. Чупров, С.В. Инновации и материализация научных знаний в производственной системе / С.В. Чупров // Интеллектуальные и материальные ресурсы Сибири : сб. науч. тр. Иркутск : Изд-во ВГУЭП, 2003. С. 72–80.

440. Чупров, С.В. Методы гибкого планирования дискретного производства в управлении устойчивостью предприятия / С.В. Чупров // Вестник Иркут. регион. отд-я АН ВШ России. 2003. № 1 (2). С. 44–56.

441. Чупров, С.В. Равновесие и устойчивость промышленных предприятий под углом зрения трансформации российской экономики / С.В. Чупров // Известия Иркут. гос. экон. акад. 2003. № 1 (34). С. 73–82.

442. Чупров, С.В. Теоретико-информационные аспекты исследования структуры производственных систем / С.В. Чупров // Постиндустриальное развитие экономики России в XXI веке : материалы междунаро. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2003. Ч. 1. С. 236–244.

443. Чупров, С.В. Типы дискретного производства с размытыми границами между ними / С.В. Чупров // Организатор производства. 2003. № 3 (18). С. 50–52.

444. Чупров, С.В. Эволюция структуры и адаптивность производственной системы / С.В. Чупров // Теория и практика управления социально-экономическими системами : сб. науч. тр. ; под науч. ред. д-ра экон. наук, проф. А.Ф. Шуплецова. Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2003. С. 194–202.

445. Чупров, С.В. Диагностика устойчивости промышленного предприятия. Системно-методологические проблемы и подходы / С.В. Чупров. Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2004. 282 с. (Серия «Управление устойчивостью производственных систем»).

446. Чупров, С.В. Допустимые значения финансовых показателей для обеспечения устойчивости предприятия / С.В. Чупров // Известия Иркут. гос. экон. акад. 2004. № 1 (38). С. 77–81.

447. Чупров, С.В. Организация адаптивного управления производственной системой / С.В. Чупров // Вестник Иркут. гос. техн. ун-та. 2004. № 3. С. 41–45.

448. Чупров, С.В. Повышение эффективности управления устойчивостью предприятий / С.В. Чупров // Проблемы теории и практики управления. 2004. № 4. С. 114–118.

449. Чупров, С.В. Процесс потери устойчивости равновесного режима экономической системы / С.В. Чупров // Вестник Иркут. регион. отд-я АН ВШ России. 2004. № 2 (5). С. 77–82.

450. Чупров, С.В. Риск и управление устойчивостью промышленного предприятия / С.В. Чупров // Управление риском. 2004. № 2. С. 20–24.

451. Чупров, С.В. Динамическая модель «эффективность — структура ресурсов» для управления устойчивостью промышленного предприятия / С.В. Чупров // Организатор производства. 2005. № 2 (25). С. 35–37.

452. Чупров, С.В. Мониторинг устойчивости производственных систем / С.В. Чупров. Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2005. 232 с. (Серия «Управление устойчивостью производственных систем»).

453. Чупров, С.В. Принцип дополнительности в исследовании организованности производственной системы / С.В. Чупров // Вестник Иркут. гос. техн. ун-та. 2005. № 3 (23). Т. 1. С. 129–134.

454. Чупров, С.В. Методы и технология мониторинга устойчивости промышленных предприятий / С.В. Чупров, А.Б. Каневский ; под общ. ред С.В. Чупрова. Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2006. 204 с. (Серия «Управление устойчивостью производственных систем»).

455. Чупров, С.В. Неустойчивое равновесие и устойчивое неравновесие экономической системы. От воззрений Н.Д. Кондратьева к современной парадигме / С.В. Чупров // Экономическая наука современной России. 2006. № 3 (34). С. 112–120.

456. Чупров, С.В. Условие поддержания устойчивого уровня прибыли промышленного предприятия / С.В. Чупров // Научно-технические ведомости Санкт-Петербур. гос. политех. ун-та. 2006. № 6. Т. 2. С. 189–191.

457. Шеннон, К. Работы по теории информации и кибернетике : пер. с англ. / К. Шеннон. М. : Изд-во иностр. лит., 1963. 829 с.

458. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука : пер с англ. / Р. Шеннон. М. : Мир, 1978. 418 с.

459. Шер, А.П. Решение задачи математического программирования с линейной целевой функцией в размытых ограничениях / А.П. Шер // Автоматика и телемеханика. 1980. № 7. С. 137–143.

460. Шредингер, Э. Что такое жизнь? С точки зрения физика : пер. с англ. / Э. Шредингер. 2-е изд. М. : Атомиздат, 1972. 88 с.

461. Шубкина, И.П. Моделирование механизма принятия решений / И.П. Шубкина. М. : Наука, 1976. 275 с.

462. Шубкина, И.П. Экономико-математические модели в системе управления предприятиями / И.П. Шубкина, А.С. Плещинский, В.И. Данилин и др. ; под ред. Н.П. Федоренко и И.П. Шубкиной. М. : Наука, 1983. 390 с.

463. Шумпетер, Й. Теория экономического развития : пер. с нем. / Й. Шумпетер. М. : Прогресс, 1982. 455 с.

464. Шумпетер, Й. История экономического анализа : в 3 т. : пер. с англ. / Й. Шумпетер. СПб. : Экономическая школа, 2001. Т. 3. 678 с.

465. Шуплецов, А.Ф. Информационные ресурсы в процедурах оценки эффективности управления экономическими системами / А.Ф. Шуплецов, В.И. Дибирдеев. Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2006. 218 с.

466. Шустер, Г. Детерминированный хаос : Введение : пер. с англ. / Г. Шустер. М. : Мир, 1988. 240 с.

467. Эдельгауз, Г.Е. Достоверность статистических показателей / Г.Е. Эдельгауз. М. : Статистика, 1977. 278 с.

468. Экланд, И. Элементы математической экономики : пер. с фр. / И. Экланд. М. : Мир, 1983. 248 с.

469. Экономико-математический энциклопедический словарь ; гл. ред. В.И. Данилов–Данильян. М. : «ИНФРА-М», 2003. 688 с.
470. Электроника : энциклопедический словарь ; гл. ред. В.Г. Колесников. М. : Сов. энциклопедия, 1991. 688 с.
471. Эльсгольц, Л.Э. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учеб. / Л.Э. Эльсгольц. СПб. : Издательство «Лань», 2002. 224 с.
472. Энгельс, Ф. Диалектика природы / Ф. Энгельс // К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч. 2-е изд. М. : Политиздат, 1961. Т. 20. С. 339–626.
473. Энтов, Р.М. Экономическая теория Дж.Р. Хикса (предисловие) / Р.М. Энтов // Хикс Дж.Р. Стоимость и капитал : пер. с англ. М. : Издательская группа «Прогресс», 1993. С. 5–94.
474. Энциклопедия кибернетики : в 2 т. ; отв. ред. В.М. Глушков. Киев : Гл. ред. УСЭ, 1975. Т. 1. 608 с.
475. Энциклопедия кибернетики : в 2 т. ; отв. ред. В.М. Глушков. Киев : Гл. ред. УСЭ, 1975. Т. 2. 623 с.
476. Эрроу, К.Дж. Исследование по линейному и нелинейному программированию : пер. с англ. / К.Дж. Эрроу, Л. Гурвиц, Х. Удзава. М. : Изд-во иностр. лит., 1962. 334 с.
477. Эрроу, К. Информация и экономическое поведение / К. Эрроу // Вопросы экономики. 1995. № 5. С. 98–107.
478. Эрроу, К. К теории ценового приспособления / К. Эрроу // Теория фирмы ; под ред. В.М. Гальперина. СПб. : Экономическая школа, 1995. С. 432–447.
479. Эрроу, К.Дж. Неполное знание и экономический анализ / К. Эрроу // Истоки ; редкол. : Я.И. Кузьминов (гл. ред.), В.С. Автономов, О.И. Ананьин и др. М. : ГУ ВШЭ, 2000. Вып. 4. С. 10–27.
480. Эшби, У.Р. Введение в кибернетику : пер. с англ. / У.Р. Эшби. М. : Изд-во иностр. лит., 1959. 432 с.
481. Эшби, У.Р. Что такое разумная машина / У.Р. Эшби // Возможное и невозможное в кибернетике : сб. статей ; под ред. А. Берга и Э. Кольмана. М. : Изд-во АН СССР, 1963. С. 32–44.
482. Эшби, У.Р. Принципы самоорганизации / У.Р. Эшби // Принципы самоорганизации : сб. докл. : пер. с англ. М. : Мир, 1966. С. 314–343.
483. Юдин, Д.Б. Число и мысль. (Математики измеряют сложность) / Д.Б. Юдин, А.Д. Юдин. М. : Знание, 1985. Вып. 8. 192 с.
484. Янч, Э. Прогнозирование научно-технического прогресса : пер. с англ. / Э. Янч. 2-е изд., доп. М. : Прогресс, 1974. 586 с.
485. <http://www.gzt.ru/business/2007/04/19/220023.html>
486. <http://rus.aktex.ru/rus/news/?id=1169776764>
487. http://www.gks.ru/free_doc/2006/b06_13/23-14.htm
488. http://www.gks.ru/free_doc/2006/b06_13/13-12.htm
489. http://www.gks.ru/scripts/db_inet/dbinet.cgi?pl=1904005

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Модельные исследования устойчивости экономических процессов

Предмет исследования	Исходные параметры	Математическое описание	Результат исследования	Автор (авторы) исследования
Макроэкономическая модель (IS-LM) Дж. Кейнса (J. Keynes)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Национальный доход 2. Ставка процента 3. Инвестиции 4. Налоговые сборы и сбережения домашних хозяйств 5. Количество денег в обращении 6. Спрос на деньги 7. Предложение денег 	Авторы не приводят	Вывод об устойчивости равновесия на рынках благ, денег и капитала	Дж. Хикс (J. Hicks) (по [380, с. 179–181])
Модель процесса выравнивания спроса и предложения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрос на товар 2. Предложение товара 3. Цена товара 	Дифференциальные уравнения	Условия устойчивости равновесия по Л. Вальрасу (L. Walras)	П. Самуэльсон (P. Samuelson) [348, с. 265–266]
Динамическая модель А. Маршалла (A. Marshall) из теории внешней торговли	Кривые предложения обмена торгующих сторон (поставщиков и потребителей)	Дифференциальные уравнения	Условия асимптотической устойчивости равновесия	П. Самуэльсон (P. Samuelson) [348, с. 268–270]
Модель поведения нескольких рынков по Дж. Хиксу (J. Hicks)	Статические уравнения спроса и предложения товара	Дифференциальные уравнения, эрмитовы матрицы	Существование неоходимых и достаточных условий устойчивости равновесия	П. Самуэльсон (P. Samuelson) [348, с. 272–278]

Предмет исследования	Исходные параметры	Математическое описание	Результат исследования	Автор (авторы) исследования
Модель Дж. Кейнса (J. Keynes)	1. Процентная ставка 2. Доход 3. Инвестиции 4. Количество денег 5. Сдвиг функции склонности к потреблению 6. Сдвиг функции предельной эффективности	Дифференциальные и разностные уравнения	Условия устойчивого равновесия	П. Самуэльсон (P. Samuelson) [348, с. 279–286]
Модель механизма формирования цен в конкурентной экономике	1. Функция платы 2. Ограничения на ресурсы	Дифференциальные уравнения	Доказательство локальной устойчивости при соответствующих ограничениях на функцию платы	К. Эрроу (K. Arrow), Л. Гурвиц (L. Hurwicz) [476, с. 175–188]
Модель механизма формирования цен в конкурентной экономике	1. Функция платы 2. Ограничения на ресурсы	Дифференциальные уравнения	Доказательство глобальной устойчивости при соответствующих условиях	Х. Удзава (H. Uzawa) [476, с. 189–197]
Модель оптимального распределения ресурсов	1. Функция полезности 2. Вектор уровней производства 3. Вектор чистого выпуска товаров спроса 4. Вектор чистого выпуска сырья 5. Вектор количества использованных предметов спроса	Дифференциальные уравнения	Доказательство глобальной устойчивости при соответствующих условиях	К. Эрроу (K. Arrow), Л. Гурвиц (L. Hurwicz) [476, с. 198–216]
Модель механизма формирования цен в конкурентной экономике при ослабленных предположениях	1. Функция платы 2. Ограничения на ресурсы	Дифференциальные уравнения	Доказательство локальной и глобальной устойчивости при соответствующих ограничениях	К. Эрроу (K. Arrow), Р. Соллоу (R. Solow) [476, с. 246–262]

Предмет исследования	Исходные параметры	Математическое описание	Результат исследования	Автор (авторы) исследования
Агрегированная модель теории Д. Рикардо (D. Ricardo)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прибыль в народном хозяйстве 2. Конечный продукт народного хозяйства 3. Совокупный фонд заработной платы рабочего населения 4. Численность рабочего населения 	Конечно-разностные уравнения	Вывод условия монотонно-устойчивого, стационарного, монотонно-неустойчивого, колебательно-устойчивого, колебательно-устойчивого, колебательно-неустойчивого процесса	Г. Гейер (H. Geyer) [92, с. 45–49]
Агрегированная модель теории Д. Рикардо (D. Ricardo) с запаздыванием	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прибыль в народном хозяйстве 2. Конечный продукт народного хозяйства 3. Совокупный фонд заработной платы рабочего населения 4. Численность рабочего населения 	Конечно-разностные уравнения	Вывод условия монотонно-устойчивого, колебательно-устойчивого и колебательно-неустойчивого процесса	Г. Гейер (H. Geyer) [92, с. 51–53]
Агрегированная модель теории Д. Рикардо (D. Ricardo) с запаздыванием	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прибыль в народном хозяйстве 2. Конечный продукт народного хозяйства 3. Совокупный фонд заработной платы рабочего населения 4. Численность рабочего населения 5. Величина наличного капитала 	Дифференциальные уравнения	Вывод условия устойчивого процесса	Г. Гейер (H. Geyer) [92, с. 54–57]
Модель экономической динамики Дж. Кейнса (J. Keynes)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Затраты на выплату доходов в сфере производства предметов потребления 2. Капиталовложения 3. Национальный доход 4. Спрос на предметы потребления 5. Сбережения 	Линейные уравнения	Вывод о возможности неустойчивого процесса	Г. Гейер (H. Geyer) [92, с. 61–64]

Предмет исследования	Исходные параметры	Математическое описание	Результат исследования	Автор (авторы) исследования
Модель денежного обращения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрос 2. Доход факторов производства (поток денег) 3. Прибыль предприятия 4. Спрос предпринимателя на рабочую силу 5. Постоянная, регулирующая выпуск продукции 6. Время запаздывания 	<p>Интегральные уравнения типа Вольтерра, методы переходных функций, преобразование Лапласа</p>	Вывод об устойчивости и неустойчивости предприятия	Г. Тиснер (H. Tischer) [387, с. 126–135]
Простейшая система по регулированию запасов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оптимальная и действительная величина запасов 2. Объем планируемого выпуска продукции 3. Скорость выпуска продукции 4. Количество и скорость поступления заказов 	<p>Метод переноса данных функций, преобразование Лапласа</p>	Вывод об условиях обеспечения в устойчивом состоянии малого или исчезающего избытка или дефицита запасов	Г. Саймон (H. Simon) [340, с. 228–237]
Макродинамическая система М. Калецкого (M. Kalecki)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Скорость фактических поставок по заказам 2. Скорость поступления инвестиционных заказов и возмещения промышленного оборудования 3. Фиксированное запаздывание 4. Общая наличность основного капитала 5. Скорость производства капитальных благ 6. Размер личного потребления 7. Национальный доход 	<p>Конечно-разностные, интегральные уравнения</p>	Вывод об условиях и границах устойчивости системы	О. Смит (O. Smith), Х. Эрдли (H. Erdley) [364, с. 256–271]

Предмет исследования	Исходные параметры	Математическое описание	Результат исследования	Автор (авторы) исследования
Динамическая система управления запасами товаров	<ol style="list-style-type: none"> Спрос на хранимые товары Предложение хранимых товаров Цена спроса – предложения и скорость ее изменения Желаемый и действительный уровень запасов Фиксированное запаздывание поставок сырья 	Автор не приводит	Вывод о влиянии различных параметров на стабильность запасов товаров	О. Смит (O. Smith) [363, с. 280–283]
Макродинамическая модель экономики М. Калецкого (M. Kalecki) – Дж. Кейнса (J. Keynes)	<ol style="list-style-type: none"> Скорость капиталовложений Поставки товаров Национальный доход и потребление Заработная плата Инвестиции Время запаздывания поставок товаров 	Автор не приводит	Вывод о неустойчивости системы и возникновении регулярных колебаний с периодом 10 лет	О. Смит (O. Smith) [363, с. 283–286]
Модель процесса регулирования цен	<ol style="list-style-type: none"> Равновесный вектор цен товаров Начальный вектор цен товаров Функции избыточного спроса на товар 	Дифференциальные уравнения	Вывод условия глобальной устойчивости регулирования цен	С. Карлин (S. Karlin) [157, с. 361–363]
Модель производства с целью максимизации дохода при данных ресурсах	<ol style="list-style-type: none"> Цена продуктов Доход, получаемый при использовании конкретного процесса с единичной интенсивностью Интенсивность процессов Количество продукта, произведенного или потребляемого при единичной интенсивности использования процесса Запасы товаров 	Линейные уравнения	Вывод условий устойчивости	Д. Гейл (D. Gale) [95, с. 43–46]

Предмет исследования	Исходные параметры	Математическое описание	Результат исследования	Автор (авторы) исследования
Динамическая модель Леонтьевского типа	<ol style="list-style-type: none"> 1. Множество технологических способов в экономике 2. Количество продукта, используемое при производстве единицы другого продукта 3. Коэффициенты затрат труда 4. Текущие технологические коэффициенты 5. Цена продукта, нормированная по труду 6. Норма процента на капитал 	Разностные уравнения	Вывод условия глобальной устойчивости процесса формирования цен длительного равновесия	М. Моришима (M. Morishima) [263, с. 126–139]
Динамическая модель Дж. Кейнса (J. Keynes) формирования национального дохода	<ol style="list-style-type: none"> 1. Национальный доход в период времени 2. Расходы на потребление в период времени 3. Объем независимых капиталовложений 4. Коэффициент потребления 	Разностные уравнения	Вывод условий устойчивости и неустойчивости динамической системы	О. Ланге (O. Lange) [206, с. 86–89]
Динамическая модель К. Маркса (K. Marx) процесса воспроизводства в экономике	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выпуск продукции в период времени 2. Затраты живого труда в период времени 3. Коэффициент затрат средств производства 	Разностные уравнения	Доказательство устойчивости динамической системы	О. Ланге (O. Lange) [206, с. 92–94]
Динамическая модель процесса формирования рыночной цены в условиях свободной конкуренции	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объем спроса на продукт в период времени 2. Объем предложения продукта в период времени 3. Цены на продукт в данном и предшествующем периодах 4. Параметры (константы) модели 	Разностное уравнение	Вывод условий устойчивости динамической системы	О. Ланге (O. Lange) [206, с. 98–101]

Предмет исследования	Исходные параметры	Математическое описание	Результат исследования	Автор (авторы) исследования
Модель роста (мультипликатора-акселератора)	1. Равновесная траектория роста 2. Константы, определяемые начальными условиями	Динамическое уравнение	Условия устойчивости и неустойчивости динамической системы	К. Ланкастер (K. Lancaster) [209, с. 220–221]
Модель процесса «нащупывания» Л. Вальраса (L. Walras)	1. Общий спрос для блага 2. Общее предложение для блага 3. Равновесные цены	Дифференциальные уравнения	Вывод о локальной и глобальной устойчивости равновесия при определенных условиях	Э. Маленво (E. Malinvaud) [234, с. 149–154]
Модель процесса «нащупывания» Л. Вальраса (L. Walras)	1. Функция избыточного спроса на товар 2. Вектор разностей между реальными и равновесными ценами на товар	Дифференциальные уравнения	Вывод о локальной и глобальной устойчивости равновесия при определенных условиях	М. Интрилигатор (M. Intriligator) [150, с. 272–275]
Модель чистого обмена ресурсов	1. Начальные запасы ресурсов 2. Спрос (цена, объем) на продукт 3. Предложение продукта 4. Функции полезности участников	Автор не приводит	Условие о коалиционной устойчивости равновесия	В.М. Полтерович, В.А. Спивак [305, с. 86]
Динамическая модель формирования цен на рынке товаров по схеме П. Самуэльсона (P. Samuelson)	1. Цены товаров 2. Функция избыточного спроса 3. Коэффициент подстройки цены на товар	Дифференциальные уравнения	Вывод о глобальной (асимптотической) устойчивости процесса формирования равновесных цен	С.А. Ашманов [28, с. 164–176]
Динамическая однопродуктовая модель В. Леонтьева	1. Валовой выпуск продукта 2. Конечное потребление продукта 3. Коэффициент прямых (производственных) затрат 4. Коэффициент природной фондоемкости	Дифференциальное уравнение	Вывод о неустойчивости любого частного решения	С.М. Лобанов [199, с. 53–54]

Продолжение

Предмет исследования	Исходные параметры	Математическое описание	Результат исследования	Автор (авторы) исследования
Динамическая двухотраслевая модель В. Леонтьева	<ol style="list-style-type: none"> 1. Валовой выпуск продукта 2. Конечное потребление продукта 3. Коэффициент прямых (производственных) затрат 4. Коэффициент простой фондоемкости 	<p>Дифференциальное уравнение</p>	<p>Вывод о неустойчивости траектории модели</p>	<p>С.М. Лобанов [199, с. 59–60]</p>
Модифицированная модель В. Леонтьева с учетом запаздывания капиталовложений и выбытия основных фондов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Валовой выпуск 2. Потребление 3. Капитальные вложения и их лаг 4. Основные фонды и их ввод в действие 5. Фондоёмкость продукции 6. Коэффициент прямых затрат 7. Доля потребления 	<p>Дифференциальные уравнения</p>	<p>Вывод условия об устойчивости решения модели</p>	<p>С.М. Лобанов [199, с. 60–62]</p>
Однопродуктовая макроэкономическая модель Р. Солоу (R. Solow)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Валовой национальный продукт 2. Конечный (чистый) продукт 3. Инвестиции в развитие производства 4. Непроизводственное потребление 5. Основные непроизводственные фонды 6. Трудовые ресурсы 7. Коэффициент прямых затрат 8. Норма выбытия основных фондов 	<p>Дифференциальное уравнение</p>	<p>Вывод об асимптотической устойчивости траектории сбалансированного роста</p>	<p>С.М. Лобанов [199, с. 62–71]</p>

Предмет исследования	Исходные параметры	Математическое описание	Результат исследования	Автор (авторы) исследования
<p>Однопродуктовая макроэкономическая модель с запаздыванием</p>	<p>1. Валовой национальный продукт 2. Инвестиции в развитие производства 3. Непроизводственное потребление 4. Основные непроизводственные фонды 5. Освоенные основные производственные фонды 6. Трудовые ресурсы 7. Коэффициент прямых затрат 8. Нормы выбытия основных фондов и накопления 9. Продолжительность запаздывания (лага)</p>	<p>Дифференциальное уравнение</p>	<p>Вывод об асимптотической устойчивости траектории сбалансированного роста</p>	<p>С.М. Лобанов [199, с. 71–75]</p>
<p>Модель Дж. Тобина (J. Tobin)</p>	<p>1. Цены 2. Капитал, приходящийся на душу населения 3. Скорость амортизации 4. Ожидаемый приток денег на капитал 5. Предельная склонность к потреблению 6. Количество денег в реальных ценах на душу населения 7. Постоянная скорость роста номинальных денежных накоплений 8. Фиксированная скорость роста населения</p>	<p>Дифференциальные уравнения</p>	<p>Вывод о существовании единственного неустойчивого равновесия</p>	<p>В.-Б. Занг (W.-B. Zhang) [143, с. 46–48]</p>

Предмет исследования	Исходные параметры	Математическое описание	Результат исследования	Автор (авторы) исследования
Обобщенная модель Дж. Тобина (J. Tobin)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цены 2. Капитал, приходящийся на душу населения 3. Пределная склонность к потреблению 4. Количество денег в реальных ценах на душу населения 5. Постоянная скорость роста номинальных денежных накоплений 6. Фиксированная скорость роста населения 7. Ожидаемая скорость инфляции 8. Коэффициент «ожиданий» 	Дифференциальные уравнения	Вывод условий устойчивого и неустойчивого равновесия	В.-Б. Занг (W.-B. Zhang) [143, с. 126–129]
Модель экономического роста В.-Б. Занга (W.-B. Zhang)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Национальный доход 2. Знания (человеческий капитал) 3. Работники умственного труда 4. Работники физического труда 5. Постоянная скорость роста трудовых ресурсов 6. Уровни потребления работников физического и умственного труда 7. Физический капитал 8. Фиксированная норма амортизации капитала 9. Фиксированная величина темпа обесценивания знаний 	Дифференциальные уравнения	Вывод условий устойчивости и неустойчивости равновесия	В.-Б. Занг (W.-B. Zhang) [143, с. 94–101]

Предмет исследования	Исходные параметры	Математическое описание	Результат исследования	Автор (авторы) исследования
Динамическая модель отраслевого комплекса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объем выпуска (предложения) товаров 2. Величина спроса на товар 3. Цены товаров 4. Коэффициенты эластичности, влияния трендовых (плановых) и споровых (рыночных) факторов 5. Номер рыночного дня 6. Глубина «памяти» модели 	Линейные дискретные уравнения	Условия обеспечения квазиравновесия и устойчивости переходного процесса	К.А. Багриновский [31]
Модель дуополии О. Курно (A. Cournot)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цены товаров 2. Объемы выпуска товаров 3. Выручка 4. Затраты 5. Прибыль 	Линейные уравнения	Вывод условия стабильности равновесия О. Курно (A. Cournot)	В.М. Гальперин, С.М. Игнатьев, В.И. Моргунов [89, с. 176–186]
Модель неоклассического синтеза П. Самуэльсона (P. Samuelson)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Национальный доход 2. Процентная ставка 3. Уровень цен 4. Занятость 5. Ставка (номинальной) заработной платы 6. Функции потребления, сбережения и инвестиционного спроса 	Авторы не приводят	Вывод об устойчивом равновесии макроэкономических рынков	С.А. Курганов, А.В. Луссе [201, с. 60–63]

Предмет исследования	Исходные параметры	Математическое описание	Результат исследования	Автор (авторы) исследования
Неоклассическая модель общего экономического равновесия	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ставка процента 2. Национальный доход 3. Объем предложения капитала (сбережения) 4. Объем спроса на капитал (инвестиции) 5. Ставка реальной заработной платы 6. Количество труда (занятость) 7. Количество денег и скорость их обращения 	Уравнения общего вида	Вывод об устойчивом равновесии на рынках труда, капитала (ценных бумаг) и благ	Л. С. Тарасевич, П. И. Гребенников, А. И. Леуский [380, с. 218–222]
Кейнсианская модель общего экономического равновесия	<ol style="list-style-type: none"> 1. Реальный национальный доход 2. Ставка процента 3. Государственные расходы 4. Инвестиции и сбережения 5. Налоговые поступления 6. Номинальное количество денег в обращении 7. Спрос на деньги 8. Цены 9. Количество труда (занятость) 10. Ставка реальной заработной платы 11. Потребление домашних хозяйств 	Уравнения общего вида	Вывод об устойчивом состоянии на рынках в условиях конъюнктурной безработицы (избытка на рынке труда)	Л. С. Тарасевич, П. И. Гребенников, А. И. Леуский [380, с. 222–232]

Анализ устойчивости динамической структуры пассивов предприятия

Исходная зависимость между коэффициентом $Kз.с(t)$ и скоростью изменения формализуется с учетом коэффициента γ ($\gamma > 0$), который влияет на скорость протекания процесса:

$$Kз.с(t) = \gamma \frac{dKс.с(t)}{dt}. \quad (1)$$

Учитывая, что коэффициенты автономии $Kс.с(t)$ и финансовой напряженности $Kз.с(t)$ взаимодополняют друг друга до единицы, и потому

$$Kз.с(t) = 1 - Kс.с(t) \quad (2)$$

с подстановкой этого равенства в выражение (1) получим дифференциальное уравнение

$$\gamma \frac{dKс.с(t)}{dt} + Kс.с(t) = 1. \quad (3)$$

Полное решение этого уравнения состоит из суммы общего решения $Kс.с_{об}(t)$ и частного решения $Kс.с_ч(t)$:

$$Kс.с(t) = Kс.с_{об}(t) + Kс.с_ч(t).$$

Общему решению однородного уравнения

$$\gamma \frac{dKс.с(t)}{dt} + Kс.с(t) = 0$$

соответствует характеристическое уравнение

$$\gamma p + 1 = 0,$$

откуда корень этого уравнения

$$p = -\frac{1}{\gamma} \quad (4)$$

есть действительное число и общее решение $Kс.с_{об}(t)$ уравнения (3) представляет собой выражение:

$$Kс.с_{об}(t) = \theta \cdot e^{pt} = \theta \cdot e^{-\frac{1}{\gamma}t}.$$

Частное решение $Kс.с_ч(t)$ уравнения (3):

$$Kс.с_ч(t) = 1$$

и в итоге полное решение этого уравнения равно сумме

$$Kc.c(t) = Kc.c_{об}(t) + Kc.c_{ч}(t) = \theta \cdot e^{-\frac{1}{\gamma}t} + 1. \quad (5)$$

Постоянную θ определим, принимая во внимание, что в начальный момент времени при $t = 0$ предыдущее выражение:

$$Kc.c(0) = \theta \cdot e^{-\frac{1}{\gamma} \cdot 0} + 1 = \theta + 1,$$

откуда величина θ

$$\theta = Kc.c(0) - 1$$

и, возвращаясь к выражению (5), искомое решение уравнения (3) находим в виде:

$$Kc.c(t) = 1 + [Kc.c(0) - 1] \cdot e^{-\frac{1}{\gamma}t} = 1 - [1 - Kc.c(0)] \cdot e^{-\frac{1}{\gamma}t}.$$

В соответствии со свойством (2) выражение в скобках можно заменить на эквивалентную ему величину коэффициента финансовой напряженности в начальный момент $Kз.c(0)$ и тогда приходим к окончательному решению:

$$Kc.c(t) = 1 - Kз.c(0) \cdot e^{-\frac{1}{\gamma}t}. \quad (6)$$

Полученное решение является асимптотически устойчивым в целом (глобально устойчивым), так как $\gamma > 0$ и корень p характеристического уравнения (4) имеет отрицательное вещественное значение (критерий устойчивости приведен в § 3.1).

Приложение 3

Формализация и анализ изменения параметров неоднородности, нерегулярности и разнообразия состояний производственных систем

§ 1. Интерес к разнообразию состояний производственных систем (ПС)¹ — предприятия, цеха, участка, рабочего места — вызван, главным образом, двумя обстоятельствами: во-первых, присущий современному производству высокий темп

¹ Напомним, что за состояние ПС здесь принимается занятость ее изготовлением или обработкой изделий (заголовков, деталей, узлов, сборочных единиц, готового изделия и др.) определенного типа.

обновления изготавливаемой продукции порождает динамизм состояний и возвращает вновь к оценке степени их сходства и различия; во-вторых, как и раньше, классическое понятие разнообразия, вводимое в кибернетике для этой цели, отвлекается от характера состояний и сводится к подсчету их количества. *Подобная оценка последовательности состояний ПС малоинформативна, ибо вне ее остаются степени неоднородности и нерегулярности состояний, тогда как знание о них необходимо для управления ПС.*

Коснувшись причин, побудивших обратиться к этой проблеме, повторим, что понимается под неоднородностью и нерегулярностью состояний ПС. Неоднородность состояний происходит от сближения величин масштабов (трудоемкости) производства изделий разных типов, когда отсутствие превалирования какого-либо из них снижает стабильность состояний ПС, и по мере выравнивания масштабов производства изделий беспорядочность и неоднородность состояний становится все больше. Нерегулярность состояний, наоборот, связана с расхождением масштабов производства, что ведет к смене состояний через неодинаковые промежутки времени, и она тем больше, чем заметнее отличаются масштабы производства разнотипных изделий.

Приведенные доводы служат основанием для введения мер неоднородности и нерегулярности состояний ПС [430]. Очевидно, они не могут рассматриваться в отрыве от числа типов изготавливаемых изделий. В простейшем варианте производства изделий единственного типа нет нужды в какой-либо оценке разнообразия состояний: оно и так одно, поскольку изготавливаемые изделия одинаковы и разнообразие состояний отсутствует.

Ситуация осложняется, если ПС занята изготовлением изделий двух и более типов. Пусть, например, ПС выпускает изделия пяти типов, но в одном случае масштабы их производства близки (сравните площади квадратов на рис. 1, отражающие величины масштабов производства изделий I_1 – I_5), а в другом различаются и притом значительно (рис. 2).

В первом случае не превалирует ни одно из изделий, масштабы их производства соизмеримы по величине, и потому состояния ПС неоднороднее, чем во втором случае (там преобладает производство изделия I_1 и неоднородность состояний меньше), зато в последнем случае они нерегулярнее из-за

разных промежутков времени, через которые меняются состояния ПС.

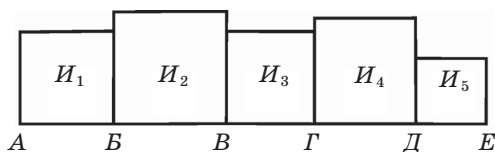


Рис. 1. Изготовление изделий примерно равных масштабов производства

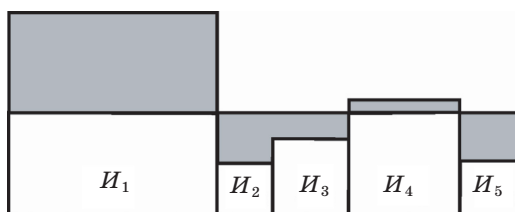


Рис. 2. Изготовление изделий, масштабы производства которых заметно отличаются

Но неоднородность и нерегулярность состояний кибернетический подход не анализирует: ведь количество состояний ничем не обнаруживает качественное отличие одной последовательности состояний от другой. Не оспаривая того, что количество разнообразия в обоих случаях может быть одно и то же, слагаемые этого количества могут иметь разную величину.

Это вытекает как из теоретических соображений о различии между вариантами, так и практических: специфики управления такими ПС. Если в первом случае управление должно поддерживать по возможности строгое чередование состояний через рассчитанный период времени и свести к минимуму перерывы в производственном процессе, то во втором обеспечить сопряжение различных состояний и выдержать равномерность загрузки мощностей ПС.

Возникает мысль провести анализ разнообразия состояний, исходя не только из числа различных состояний, но и взвешивания их по времени, т.е. продолжительности пребывания ПС в определенном состоянии. При производстве изделий только одного типа неоднородность и нерегулярность состояний минимальны, и в отсутствии иных состояний раз-

нообразии их равно нулю. С изготовлением изделий двух типов появляется разнообразие состояний, и рост числа типов ведет к увеличению разнообразия состояний. При этом, чем продолжительнее занята ПС производством однотипных изделий, тем неоднородность состояний меньше, а чем беспорядочнее происходит смена изготавливаемых типов изделий и вслед за ними состояний, тем они нерегулярнее. Выравнивание масштабов производства влечет за собой повышение неоднородности состояний ПС, зато снижается их нерегулярность (см. рис. 1). Всякий же разброс масштабов производства типов изделий (рис. 2), с одной стороны, есть уменьшение неоднородности состояний, но, с другой, — рост их нерегулярности. *Эти две противоречивые составляющие и вызывают разнообразие состояний, являющееся, по существу, результирующей их неоднородности и нерегулярности. Они же образуют и «слагаемые» количества разнообразия состояний ПС.*

Если эти доводы выглядят убедительными, правомерно потребовать, чтобы оценки неоднородности и нерегулярности состояний отвечали им. И, как уже отмечалось, показатель неоднородности состояний, прежде всего, должен сообщать о сходстве величин масштаба производства типов изделий, в то время как показатель нерегулярности — о различии времени загрузки ПС производством изделий разных типов.

Другое условие заключается в учете влияния числа типов изготавливаемых изделий на степень неоднородности состояний, и исключения подобного влияния на степень нерегулярности в том случае, когда масштабы производства изделий совпадают и смена состояний ПС происходит через равные промежутки времени.

Желательно также оговорить минимальное и максимальное значения обоих показателей и тем самым установить интервал изменения их величин, скажем, от 0 до 1, чтобы можно было судить о том, насколько далеки эти значения от своего минимального или максимального предела.

§ 2. Итак, укажем на формальные требования к искомым функциям, которые оценивают степень неоднородности и нерегулярности состояний ПС:

а. Аргументами функций служат число типов и относительные масштабы (трудоемкости) производства изделий, изготовлением которых занята данная ПС;

b. При изготовлении в ПС изделий одного типа значения функций неоднородности и нерегулярности состояний этой системы и их разнообразия минимальны;

c. С наращиванием числа типов изготавливаемых изделий и выравниванием масштабов их производства величина функции неоднородности состояний ПС возрастает (рис. 1) и становится максимальной (для заданного числа типов изделий), когда масштабы производства изделий всех типов совпадают;

d. Величина функции нерегулярности состояний ПС уменьшается при выравнивании масштабов производства изделий (рис. 1) и увеличивается по мере их расхождения (рис. 2). Причем, когда масштабы производства изделий всех типов одинаковы, величина этой функции становится минимальной и не зависящей от числа типов изготавливаемых изделий;

e. С увеличением числа типов изготавливаемых изделий значение функции разнообразия состояний ПС монотонно возрастает;

f. Предельные значения функций неоднородности, нерегулярности и разнообразия состояний ПС положительны и ограничены интервалом от 0 до 1.

§ 3. После этих предварительных замечаний перейдем к поиску функциональных выражений для параметров неоднородности и нерегулярности состояний ПС, считая решенным вопрос об аргументах этих функций: числе типов изделий и масштабах их производства (требование *a*).

Обозначим:

n_j — число типов изделий, изготавливаемых j -ой ПС ($ПС_j$), единиц;

q_{ij} — масштаб (трудоемкость) производства изделий i -го типа в $ПС_j$, нормо-часы, $i = 1, n_j$.

Попутно заметим, что

$$q_j = \sum_{i=1}^{n_j} q_{ij} \quad \text{—}$$

масштаб производства всех n_j типов изделий, изготавливаемых $ПС_j$, и поскольку значения функций будут лежать в интервале от 0 до 1, предпочтительно оперировать удельными масштабами производства i -ых типов изделий q_{ij}/q_j , что несколько не меняет сути наших рассуждений.

А теперь приступим к поиску функций для обоих показателей поочередно: сначала для неоднородности, а затем нерегулярности состояний $ПС_j$.

Простейшее связывание аргументов n_j и q_{ij}/q_j знаком суммы по определению

$$\sum_{i=1}^{n_j} \frac{q_{ij}}{q_j} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} q_{ij}}{q_j} = \frac{q_j}{q_j} = 1 \quad (1)$$

дает очевидный результат, и за ним не видно степени неоднородности состояний $ПС_j$. Но к этому свойству нам еще придется обратиться в дальнейшем.

Небезынтересен случай, когда масштабы производства изделий всех n_j типов равны друг другу $q_{1j} = q_{2j} = \dots = q_{ij} = \dots = q_{n_jj}$, или

$$\frac{q_{1j}}{q_j} = \frac{q_{2j}}{q_j} = \dots = \frac{q_{ij}}{q_j} = \dots = \frac{q_{n_jj}}{q_j},$$

что приводит к другой простейшей форме: умножению аргументов n_j и q_{ij}/q_j . И поскольку вследствие одинаковых масштабов производства q_{ij} , сумма дробей заменяется произведением:

$$\sum_{i=1}^{n_j} \frac{q_{ij}}{q_j} = n_j \cdot \frac{q_{ij}}{q_j},$$

то, учитывая свойство (1), оно равно $n_j \cdot (q_{ij}/q_j) = 1$, откуда

$$\frac{q_{ij}}{q_j} = \frac{1}{n_j} = n_j^{-1} \quad (2)$$

для всех типов изделий $i = \overline{1, n_j}$.

Искомую функцию найдем, обобщив выражения (1) и (2) и прибегнув к средней величине:

$$\frac{\frac{q_{1j}}{q_j} + \frac{q_{2j}}{q_j} + \dots + \frac{q_{ij}}{q_j} + \dots + \frac{q_{n_jj}}{q_j}}{n_j} \quad (3)$$

Согласно (1), числитель этой дроби равен единице и потому с неизбежностью

$$\frac{\frac{q_{1j}}{q_j} + \frac{q_{2j}}{q_j} + \dots + \frac{q_{ij}}{q_j} + \dots + \frac{q_{n_jj}}{q_j}}{n_j} = n_j^{-1}. \quad (4)$$

Это среднеарифметическое удельных масштабов производства, и, как видно, оно имеет величину, не зависящую от q_{ij}/q_j и определяемую лишь числом n_j типов изготавливаемых изделий. Понятно, что этот показатель также не передает степень неоднородности состояний $ПС_j$, хотя и отражает разнообразие состояний ее, задаваемое n_j . Между тем искомый показатель должен оценивать сходство масштабов производства, что проще всего сделать, сравнивая каждый удельный масштаб q_{ij}/q_j с некоторой постоянной a_j :

$$a_j - \frac{q_{ij}}{q_j}, \quad i = \overline{1, n_j}. \quad (5)$$

Тогда выражение (3) примет иной вид:

$$\frac{\left(a_j - \frac{q_{1j}}{q_j}\right) + \left(a_j - \frac{q_{2j}}{q_j}\right) + \dots + \left(a_j - \frac{q_{ij}}{q_j}\right) + \dots + \left(a_j - \frac{q_{n_jj}}{q_j}\right)}{n_j} =$$

$$= a_j - \frac{\frac{q_{1j}}{q_j} + \frac{q_{2j}}{q_j} + \dots + \frac{q_{ij}}{q_j} + \dots + \frac{q_{n_jj}}{q_j}}{n_j},$$

не лишенный, однако, того же недостатка, что и запись (4): в числителе дроби отдельные q_{ij}/q_j «растворяются», и тем самым остается неизвестным, насколько масштабы производства расходятся или близки друг к другу. Выход из положения представляется в том, чтобы последнее выражение разбить на отдельные дроби:

$$a_j - \left[\frac{q_{1j}}{q_j \cdot n_j} + \frac{q_{2j}}{q_j \cdot n_j} + \dots + \frac{q_{ij}}{q_j \cdot n_j} + \dots + \frac{q_{n_jj}}{q_j \cdot n_j} \right] =$$

$$= a_j - \left[\frac{q_{1j}}{q_j} \cdot n_j^{-1} + \frac{q_{2j}}{q_j} \cdot n_j^{-1} + \dots + \frac{q_{n_jj}}{q_j} \cdot n_j^{-1} \right], \quad (6)$$

а затем, в соответствии с (2), заменить n_j^{-1} на его эквиваленты q_{ij}/q_j , что в итоге даст:

$$a_j - \left[\left(\frac{q_{1j}}{q_j} \right)^2 + \left(\frac{q_{2j}}{q_j} \right)^2 + \dots + \left(\frac{q_{n_j j}}{q_j} \right)^2 \right] = a_j - h_j, \quad (7)$$

где

$$h_j = \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2 \quad (8)$$

есть средневзвешенная удельных масштабов производства q_{ij}/q_j , нередко применяемая для оценки специализации ПС и обозначенная здесь h_j .

В результате этих преобразований каждый относительный масштаб производства оказался скорректированным на свой удельный вес, также равный q_{ij}/q_j , что и привело к появлению квадратов $(q_{ij}/q_j)^2$. Скрупулезный аналитик отметит, что при замене n_j^{-1} на q_{ij}/q_j было оставлено без внимания условие их эквивалентности (равенство масштабов производства q_{ij} всех n_j типов изделий). Но при переходе от n_j^{-1} к q_{ij}/q_j выражение (6) приобрело более общий вид (7), поскольку заменили одинаковую для всех типов изделий величину n_j^{-1} «индивидуальными» для каждого из них дробями: $q_{1j}/q_j, q_{2j}/q_j, \dots, q_{ij}/q_j, \dots, q_{n_j j}/q_j$, лишь в частном случае (при $q_{1j} = q_{2j} = \dots = q_{ij} = \dots = q_{n_j j}$) равносильными n_j^{-1} . Поэтому в целом запись (7) является обобщением (6), вырождаясь в последнюю только при равенстве друг другу масштабов производства q_{ij} всех n_j типов изделий.

Показатель h_j (8) был получен, исходя из самых общих представлений об оценке, характеризующей производство комбинации изделий разных типов. При выводе его, наверное, не обошлось без произвола и того, что часто называют вкусом автора. Однако это обстоятельство не может повлиять на свойства функции, о чем пойдет речь ниже, в соответствии с которыми h_j может быть принято за оценку последовательности состояний ПС_{*j*}, с точки зрения их упорядоченности и однородности.

Но прежде уместно дать наглядную геометрическую интерпретацию h_j . Ее математическое выражение (8) представляет собой сумму удельных масштабов производства q_{ij}/q_j , возведенных во вторую степень, и если по горизонтали (рис. 1) отложить отрезки (АБ, БВ, ВГ и т. д.), равные зна-

чениям q_{ij}/q_j , $i = \overline{1, n_j}$, то площадь отдельного квадрата будет численно равна $(q_{ij}/q_j)^2$, а сумма площадей

$$\sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2$$

всех n_j квадратов — значению h_j .

§ 4. Проведем анализ свойств функции h_j , для чего прежде всего найдем область изменения этой функции. По ее математическому выражению

$$h_j = \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2$$

видно, что значение h_j всегда положительно. Известно, что функция такого вида будет равна нулю, если числитель ее дроби равен нулю, а знаменатель отличен от нуля. Вследствие этого в наших обозначениях должно выполняться равенство масштабов производства $q_{1j} = q_{2j} = \dots = q_{ij} = \dots = q_{n_jj} = 0$, и их сумма в знаменателе

$$q_j = \sum_{i=1}^{n_j} q_{ij} \neq 0$$

одновременно, что, конечно, невозможно, и поэтому значение h_j никогда не достигнет нуля, оставаясь в лучшем случае среди бесконечно малых величин.

Максимальное значение h_j равно единице. Ведь сумма всех дробей

$$\sum_{i=1}^{n_j} \frac{q_{ij}}{q_j} = 1,$$

и ее квадрат поэтому также

$$\left(\sum_{i=1}^{n_j} \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2 = 1.$$

Сравнивая это выражение с h_j (8), убеждаемся, что

$$h_j = \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2 = \left[\left(\frac{q_{1j}}{q_j} \right)^2 + \left(\frac{q_{2j}}{q_j} \right)^2 + \dots + \left(\frac{q_{n_jj}}{q_j} \right)^2 \right] \leq \left(\sum_{i=1}^{n_j} \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2 = 1,$$

и потому значения h_j не превышают единицу. Максимум $h_j = 1$ приходится на число типов изделий $n_j = 1$, когда $q_{1j} = q_j$ и

$$h_j = \left(\frac{q_{1j}}{q_j} \right)^2 = \left(\frac{q_j}{q_j} \right)^2 = 1.$$

Вместе с тем при равенстве масштабов производства изделий всех типов $q_{1j} = q_{2j} = \dots = q_{ij} = \dots = q_{n_jj}$, согласно (2) $q_{ij}/q_j = n_j^{-1}$, и отсюда:

$$h_j = \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2 = n_j^{-1}. \quad (9)$$

Очевидно, при этом условии и непрерывном увеличении числа типов изделий ($n_j \rightarrow \infty$) значение функции $h_j = n_j^{-1} \rightarrow 0$.

Таким образом, показатель h_j оценивает степень упорядоченности и однородности состояний $ПС_j$, имея максимум

$$h_{j\max} = 1 \quad (10)$$

при производстве изделий одного типа ($n_j = 1$) и уменьшая свое значение (до бесконечно малых)

$$h_{j\min} = n_j^{-1} \rightarrow 0 \quad (11)$$

по мере наращивания числа типов изготавливаемых изделий, но одинакового масштаба производства. Такое значение функции h_j будет минимальным при заданном числе n_j типов изделий.

На этом основании примем, что параметр R_{oj} однородности состояний $ПС_j$ численно определяется величиной h_j , т.е.

$$R_{oj} = h_j. \quad (12)$$

§ 5. Если упорядоченность состояний производственной системы характеризует их однородность, и в формальном отношении их показатели h_j и R_{oj} совпадают (12), то обратный по смыслу показатель неупорядоченности состояний сообщает об их неоднородности. Резонно поэтому, сохраняя единый подход к оценке и анализу состояний производственной системы, признать и тождественность понятий неупорядоченности и неоднородности состояний, показатели которых обозначим соответственно h'_j и R'_{oj} .

Напомним, что по принятому соглашению мера неоднородности снижается до нуля при изготовлении изделий одного типа и стремится к максимуму (единице) при увеличении числа типов и выравнивании масштабов производства изделий. Возвращаясь теперь к выражению (7) для определения уровня

неоднородности состояний $ПС_j$, яснее видна роль постоянной a_j . Относительно показателя неоднородности состояний R'_{oj} упомянутое выражение запишется в виде:

$$R'_{oj} = a_j - h_j.$$

Для поиска величины a_j воспользуемся оговоренными в § 2 данного приложения условиями о том, что в частном случае при производстве изделий одного типа ($n_j = 1$) неоднородность состояний минимальна (требование b) и имеет нулевое значение (требование f). Отсюда для случая $n_j = 1$ предыдущее выражение можем приравнять нулю:

$$R'_{oj} = a_j - h_j = 0,$$

откуда вытекает $a_j = h_j$. В продолжение заметим: в соответствии с (10) в рассматриваемой ситуации при $n_j = 1$ величина $h_j = 1$, вследствие чего окончательно находим, что значение $a_j = 1$, и тем самым для показателя неоднородности R'_{oj} состояний $ПС_j$ справедлива формула:

$$R'_{oj} = 1 - h_j. \quad (13)$$

Понятно, что этот показатель удовлетворяет необходимым условиям, поскольку вывод его формулы преследовал цель найти адекватное требованиям (a), (b), (f) математическое выражение, и они учтены выше. Для проверки выполнимости требования (c) проведем поиск формулы для расчета наибольшего значения R'_{oj} .

Согласно (13), максимуму R'_{oj} отвечает минимальная величина вычитаемого h_j , которая по (11) равна n_j^{-1} , и потому

$$R'_{oj\max} = 1 - h_{j\min} = 1 - n_j^{-1}. \quad (14)$$

Как видим, с нарастанием числа типов изготавливаемых изделий ($n_j \rightarrow \infty$) и выравниванием масштабов их производства, как только что было установлено (11), $h_j = n_j^{-1} \rightarrow 0$ и поэтому возрастает $R'_{oj} \rightarrow 1$, стремясь (для заданного числа n_j типов изделий) к своему максимальному значению (требование c).

§ 6. Уместно отметить немаловажное обстоятельство. Принимая во внимание выражения (12) и (13), обнаруживаем ожидаемое свойство, которое формализует взаимосвязь показателей R_{oj} и R'_{oj} :

$$R'_{oj} = 1 - h_j = 1 - R_{oj}$$

или

$$R_{oj} + R'_{oj} = 1. \quad (15)$$

Итак, *сумма величин показателей однородности и неоднородности состояний производственной системы является неизменной и равна единице.*

С позиций упорядоченности состояний производственной системы выше было констатировано, что утрачиванию порядка в системе отвечает нарастание неоднородности состояний, и с этой точки зрения последняя есть не что иное, как неупорядоченность поведения системы. Следуя такому пониманию и определению (12), выражение (15) можно записать в терминах упорядоченности (h_j) и неупорядоченности (h'_j) состояний ПС_{*j*}:

$$h_j + h'_j = 1. \quad (16)$$

Повторяя предыдущее равенство в математическом отношении, полученное выражение придает количественную форму закономерности изменения упорядоченности и неупорядоченности состояний производственной системы. Смысл ее прост: *совокупная величина упорядоченности и неупорядоченности состояний системы всегда постоянна, их показатели h_j и h'_j связаны между собой однозначной зависимостью и дополняют друг друга до единицы.*

§ 7. На этом оставим обсуждение неоднородности состояний и сосредоточим внимание на нерегулярности состояний ПС_{*j*}. Ее показатель (обозначим его R'_{pj}), повторим, должен оценивать степень расхождения масштабов производства типов изделий, и тогда логично ожидать (требование *d*): нерегулярность $R'_{pj} = 0$ при равенстве масштабов производства друг другу и становится тем больше, чем сильнее они разбросаны относительно некоторого уровня (см. рис. 2).

Для определения этого уровня подобно разности (5) будем исходить из отклонения удельных масштабов производства от постоянной b_j , считая ее величиной искомого уровня. Поскольку удельные масштабы q_{ij} / q_j некоторых изделий могут превосходить уровень b_j , (изделия I_1 и I_4 на рис. 2), во избежание отрицательных отклонений возведем их в квадрат и получим выражение для нерегулярности R'_{pj} по всем n_j типам таких изделий:

$$R'_{pj} = \sum_{i=1}^{n_j} \left(b_j - \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2.$$

Раскрыв скобки, просуммируем, и, учитывая (1) и (8), имеем равносильное:

$$R'_{pj} = n_j \cdot b_j^2 - 2b_j + h_j. \quad (17)$$

При отыскании b_j примем во внимание, что, согласно нашим требованиям (d) и (f), $R'_{pj} = 0$ при одинаковых масштабах производства и тем самым не зависит от числа типов изготавливаемых изделий. В этом случае по (9) $h_j = n_j^{-1}$, с учетом чего решение квадратного уравнения $R'_{pj} = n_j \cdot b_j^2 - 2b_j + n_j^{-1} = 0$ даст оба $b_j = n_j^{-1}$. Найденное значение b_j есть (и это понятно) величина среднего уровня (4) удельных масштабов производства, подставив которую в выражение (17), окончательно получим с учетом (11) для нерегулярности R'_{pj} состояний ПС_j:

$$R'_{pj} = h_j - n_j^{-1} = h_j - h_{j\min}. \quad (18)$$

Свойства R'_{pj} согласуются с представлениями о нерегулярности состояний ПС_j. О том, что при равенстве масштабов производства всех типов изделий $R'_{pj} = 0$ минимально и равно нулю (требование f), а также не зависит от числа типов изделий (требование d), уже говорилось, и эти условия выдержаны при выводе формулы (18).

Рост нерегулярности состояний связан с увеличением расхождения масштабов производства значительного числа типов изделий. И чем больше разнятся масштабы производства q_{ij} и отсюда $h_j \rightarrow 1$, с одной стороны, и чем больше при этом находится в производстве типов изделий ($n_j \rightarrow \infty$, а $n_j^{-1} \rightarrow 0$) с другой, тем ближе нерегулярность R'_{pj} по (18) к единице (требования d и f).

§ 8. Проведем поиск формулы для показателя регулярности состояний ПС_j, который обозначим R_{pj} . По аналогии с показателями однородности и неоднородности состояний системы введем показатель регулярности R_{pj} как полярно противоположный показателю нерегулярности R'_{pj} производственной системы, что означает иной характер изменения величины R_{pj} по сравнению с R'_{pj} . Речь идет о том, что с нарастанием нерегулярности (R'_{pj}) состояний уменьшается их регулярность (R_{pj}), и, наоборот, рост регулярности (R_{pj}) состояний сопро-

вождается снижением их нерегулярности (R'_{pj}). И, поскольку в соответствии с требованием (f) величина показателя нерегулярности R'_{pj} ограничена интервалом от 0 до 1, уместно, если такому же свойству будет следовать и величина показателя регулярности R_{pj} . Как результат сумма величин показателей регулярности R_{pj} и нерегулярности R'_{pj} состояний системы также является величиной ограниченной, что математически можно формализовать выражением:

$$R_{pj} + R'_{pj} = c_j, \quad (19)$$

где c_j — некоторая константа.

Для нахождения величины c_j перепишем это равенство в виде разности:

$$R_{pj} = c_j - R'_{pj},$$

а затем вместо R'_{pj} подставим в нее выражение (18), что нам дает

$$R_{pj} = c_j - R'_{pj} = c_j - (h_j - n_j^{-1}).$$

Вновь прибегнем к частному случаю изготовления в $ПС_j$ изделий одного типа, когда $n_j = 1$ и, согласно (10), величина $h_j = 1$. Полагая, что при этом регулярность состояний системы достигает своего максимума и потому в рамках требования (f) $R_{pj} = 1$, с подстановкой в предыдущее выражение этих значений ($n_j = 1, h_j = 1, R_{pj} = 1$):

$$R_{pj} = c_j - (1 - 1) = 1,$$

находим вполне очевидную величину $c_j = 1$. Отсюда выражение (19) принимает вид:

$$R_{pj} + R'_{pj} = 1, \quad (20)$$

символизирующий взаимосвязь показателей регулярности и нерегулярности состояний системы, и с учетом (18) для показателя регулярности состояний $ПС_j$ получаем расчетную формулу:

$$R_{pj} = 1 - R'_{pj} = 1 - (h_j - n_j^{-1}). \quad (21)$$

§ 9. Теперь определим максимальное значение показателя регулярности состояний R_{pj} . В соответствии с (11) $h_{j\min} = n_j^{-1}$, и поэтому в общем случае имеет место неравенство $h_j \geq n_j^{-1}$. Но тогда из формулы (21) вытекает, что при строгом чередовании состояний $ПС_j$ через одинаковые промежутки времени (рис. 6.3), когда $h_j = n_j^{-1}$, достигается максимум:

$$R_{pj\max} = 1. \quad (22)$$

Кроме того, в этом случае при нарастающем увеличении числа типов изделий ($n_j \rightarrow \infty$) по формуле (14):

$$R'_{oj\max} = 1 - n_j^{-1} \rightarrow 1, \quad (23)$$

что по содержательным и формальным соображениям сближает показатели максимальной неоднородности $R'_{oj\max}$ (23) и максимальной регулярности $R_{pj\max}$ (22) состояний $ПС_j$.

Более точную оценку связи величин R_{pj} и R'_{oj} можно получить, если принять во внимание, что выражение (21) можно свести к следующему виду:

$$R_{pj} = 1 - (h_j - n_j^{-1}) = (1 - h_j) + n_j^{-1} = R'_{oj} + n_j^{-1},$$

учитывая формулу (13). Отсюда видно, что при $n_j \rightarrow \infty$, когда $n_j^{-1} \rightarrow 0$, налицо приближение $R_{pj} \rightarrow R'_{oj}$ и их максимальных значений $R_{pj\max}$ и $R'_{oj\max}$ при выравнивании масштабов производства всех типов изделий.

§ 10. В попытке дать обобщенную оценку разнообразию состояний $ПС_j$ можно представить ее суммой значений показателей неоднородности и нерегулярности состояний, для чего, сложив арифметически R'_{oj} (13) и R'_{pj} (18), найдем суммативную величину разнообразия R_j :

$$R_j = R'_{oj} + R'_{pj} = h_{j\max} - h_{j\min} = 1 - n_j^{-1}, \quad (24)$$

имея в виду (10) и (11).

Тем самым получили результат, который свойствен кибернетической трактовке разнообразия: оно определяется лишь количеством различных состояний, порождаемых у нас числом n_j типов изготавливаемых изделий.

Выводы:

- при изготовлении в $ПС_j$ изделий одного типа $n_j = 1$ величина разнообразия ее состояний R_j (24) минимальна (требование *b*) и равна нулю (требование *f*);

- с ростом числа типов изделий ($n_j \rightarrow \infty$) монотонно увеличивается и разнообразие состояний R_j (требование *e*), асимптотически приближаясь к единице (требование *f*);

- суммативная величина разнообразия R_j состояний $ПС_j$ лежит в интервале $R_j \in [0, 1)$, что соответствует требованию (*f*).

В заключение следует еще раз подчеркнуть, что анализ разнообразия состояний $ПС$ в общем случае не должен ограничи-

ваться лишь подсчетом их общего количества. Более полная характеристика разнообразия состояний требует найти степень их неоднородности и нерегулярности, учет которых позволит индивидуализировать процесс управления поведением ПС и тем самым повысить эффективность управления ими.

Приложение 4

Условие однонаправленного изменения параметров неоднородности, нерегулярности и разнообразия состояний производственных систем

Остановимся отдельно на ситуации, когда изменение показателей неоднородности R'_{oj} , нерегулярности R'_{pj} и разнообразия R_j состояний j -ой производственной системы ($ПС_j$) протекает в одном направлении. Иными словами, увеличение разнообразия ее состояний происходит из-за одновременного роста как неоднородности, так и нерегулярности состояний. И, наоборот, уменьшение разнообразия состояний — результат совместного снижения и неоднородности и нерегулярности их [432].

Для двух вариантов производства различного числа n_j типов изделий снабдим показатели h_j , R_j , R'_{oj} , R'_{pj} символами: n_{nj} — при изготовлении в системе меньшего и n_{ej} — большего числа типов изделий, т. е. имеем $n_{ej} > n_{nj}$, и в соответствии с формулой (24) прил. 3:

$$R_j(n_{ej}) > R_j(n_{nj})$$

Тогда наша ситуация будет описана соотношениями:

$$R_j(n_{ej}) > R_j(n_{nj})$$

при условиях

$$R'_{oj}(n_{ej}) > R'_{oj}(n_{nj}) \tag{1}$$

и

$$R'_{pj}(n_{ej}) > R'_{pj}(n_{nj}). \tag{2}$$

Выполнение условия для неоднородности состояний (1), согласно (13) прил. 3, предполагает, что $1 - h_j(n_{ej}) > 1 - h_j(n_{nj})$ или

$$h_j(n_{nj}) - h_j(n_{ej}) > 0 \tag{3}$$

и еще короче, обозначая Δh_j

$$\Delta h_j = h_j(n_{nj}) - h_j(n_{ej}) > 0 \quad (4)$$

Положительность Δh_j подразумевает оперирование значениями h_j , упорядоченными по возрастанию при монотонном уменьшении n_j .

Условие (2) для нерегулярности состояний с учетом (18) прил. 3 станет

$$h_j(n_{ej}) - n_{ej}^{-1} > h_j(n_{nj}) - n_{nj}^{-1}$$

или

$$h_j(n_{nj}) - h_j(n_{ej}) < n_{nj}^{-1} - n_{ej}^{-1} \quad (5)$$

и с введением величины Δh_j (4) получаем ее ограничение сверху

$$\Delta h_j < n_{nj}^{-1} - n_{ej}^{-1}. \quad (6)$$

В соответствии с формулой (24) прил. 3 правая часть этого неравенства

$$n_{nj}^{-1} - n_{ej}^{-1} = (1 - n_{ej}^{-1}) - (1 - n_{nj}^{-1}) = R_j(n_{ej}) - R_j(n_{nj}) = \Delta R_j, \quad (7)$$

сведенная к разности $R_j(n_{ej}) - R_j(n_{nj})$, в силу $n_{nj}^{-1} > n_{ej}^{-1}$, имеет положительное значение, как и Δh_j .

Вместе с тем, если изменение величины ΔR_j (7) разнообразия состояний оценивать по подобию Δh_j (4), то уменьшаемое $R_j(n_{ej})$ и вычитаемое $R_j(n_{nj})$ придется поменять местами, и тогда знак ΔR_j будет отрицательным. Аналогично переменит свой знак и величина Δh_j , если ее вычисление подстроить под порядок расчета формулы ΔR_j (7). Поскольку же левая и правая части неравенства (6) положительны, то соответствующие им Δh_j и ΔR_j запишем модулями и тем самым избежим зависимости от способа вычисления частей неравенства, принимающего окончательный вид:

$$|\Delta h_j| < |\Delta R_j| \quad (8)$$

соотношения между Δh_j и ΔR_j , необходимого для выполнения условия (2) нерегулярности состояний ПС_j.

Полученное неравенство (8) демонстрирует рис. 1, на котором на числовую ось $[0, 1]$ нанесены точки, отвечающие показателям R'_{oj} , R'_{pj} и R_j . Из рис. 1 видно, что их одновременное увеличение (смещению точек влево соответствуют сплошные линии) предполагает выполнение неравенства $|\Delta h_j| < |\Delta R_j|$.

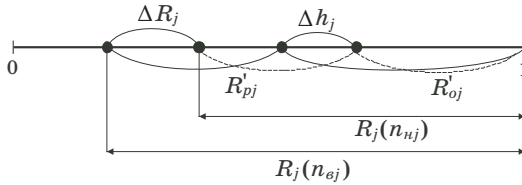


Рис. 1. Одновременное увеличение показателей R'_{oj} , R'_{pj} и R_j

Найденные соотношения (4) и (6) вместе образуют неравенство:

$$0 < h_j(n_{nj}) - h_j(n_{ej}) < n_{nj}^{-1} - n_{ej}^{-1}, \quad (9)$$

выражающее в развернутом виде условие изменения неоднородности R'_{oj} , нерегулярности R'_{pj} и разнообразия R_j производственной системы в одном направлении — совместно уменьшения или увеличения.

Если же примем, что неравенство в отношении изменения показателя h_j (4) выполняется автоматически (h_j монотонно уменьшается с ростом числа n_j типов изделий и, наоборот, h_j монотонно увеличивается с уменьшением числа n_j типов изделий), то общее условие (9) сведется к неравенству (8).

Числовой пример ниже иллюстрирует согласованное изменение величин R'_{oj} , R'_{pj} и R_j при условии (9). Пусть в производственной системе в течение планового периода изготавливается $n_{nj} = 4$ типа изделий (вариант 1 на рис. 2) с удельными масштабами производства q_{ij} / q_j , приведенными в таблице, а затем к ним добавляется еще один тип и производится $n_{ej} = 5$ типов изделий с перераспределением удельных масштабов производства (вариант 2 на рис. 3).

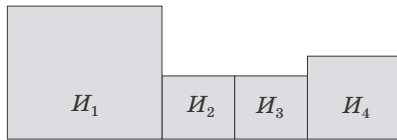


Рис. 2. Первый вариант изготовления $n_{nj} = 4$ типов изделий

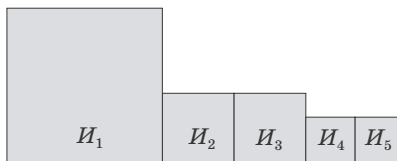


Рис. 3. Второй вариант изготовления $n_{ej} = 5$ типов изделий

Исходные данные и результаты расчета R'_{oj} , R'_{pj} и R_j

Элементы и результаты расчета	Вариант 1 (рис. 2)	Вариант 2 (рис. 3)
1	2	3
Изготавливается типов изделий	$n_{nj} = 4$	$n_{ej} = 5$
$\frac{q_{1j}}{q_j}$	0,350	0,400
$\frac{q_{2j}}{q_j}$	0,200	0,200
$\frac{q_{3j}}{q_j}$	0,200	0,200
$\frac{q_{4j}}{q_j}$	0,250	0,100
$\frac{q_{5j}}{q_j}$	–	0,100
$h_j = \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2$	0,265	0,260
Неоднородность $R'_{oj} = 1 - h_j$	0,735 < 0,740	
Нерегулярность $R'_{pj} = h_j - n_j^{-1}$	0,015 < 0,060	
Разнообразие $R_j = 1 - n_j^{-1}$	0,750 < 0,800	

Убеждаемся в выполнении математического условия (9): $h_j(n_{nj}) - h_j(n_{ej}) = 0,265 - 0,260 = 0,005 > 0$, с одной стороны, а, с другой, 0,005 меньше разности $n_{nj}^{-1} - n_{ej}^{-1} = 0,250 - 0,200 = 0,050$.

Вычисление величин R'_{oj} , R'_{pj} и R_j свидетельствует о том, что показатели неоднородности, нерегулярности и разнообразия состояний производственной системы во втором варианте (0,740; 0,060 и 0,800 соответственно) выше, чем в первом (0,735; 0,015 и 0,750). Верно и обратное: снижение разнообразия состояний в первом варианте достигнуто обоюдным уменьшением неоднородности и нерегулярности их.

Научное издание

Чупров Сергей Витальевич

**ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

Корректор

Т.Г. Толмачева

Подготовка оригинал-макета

Т.А. Лоскутовой

ИД № 06318 от 26.11.01.

Подписано в печать 25.08.07. Формат 60х90 1/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 27,7. Уч.-изд. л. 24,5. Тираж 500 экз. Заказ 132.

Издательство Байкальского государственного университета
экономики и права.

664003, Иркутск, ул. Ленина, 11.

Изготовлено ООО «Дипрэзо».

664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 11, тел. 201-858.