

Ю.М. Плотинский

МОДЕЛИ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Издание второе, переработанное и дополненное

*Рекомендовано Министерством образования
Российской Федерации в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по гуманитарным специальностям*



Москва • «Логос» • 2001

УДК 316.31.4 ББК
60.56
ПЗ9

Рецензенты: *Ю.Н. Гаврилец, А. В. Полетаев*

Плотинский Ю.М.

ПЗ9 Модели социальных процессов: Учебное пособие для высших учебных заведений. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Логос, 2001.-296 с.: ил.
ISBN 5-94010-045-7

Раскрываются современные представления о моделировании социальных процессов. Дается широкий обзор новых концепций системного анализа и когнитологии. Изложены методы и примеры построения моделей волновых, эволюционных, кризисных и революционных процессов. Отдельные главы посвящены прикладным моделям жизненных циклов и диффузии инноваций. Особое внимание уделяется использованию компьютерных технологий для анализа и прогнозирования социальных процессов. В отличие от первого издания (М.: Логос, 1998) приводятся результаты исследований за последние годы. При этом основной акцент сделан на анализе социальных механизмов, генерирующих рассматриваемые социальные процессы.

Для студентов, аспирантов и специалистов в области социологии, политологии, культурологии. Представляет интерес для экономистов, специалистов по менеджменту и маркетингу.

ББК 60.56

ISBN 5-94010-045-7

© Плотинский Ю.М., 2001
© «Логос», 2001

Предисловие

Настоящее издание является переработанной и дополненной версией книги¹, опубликованной в 1998 г. Предыдущее издание было довольно быстро распродано, что объясняется новизной подхода к решению актуальных проблем социологической теории и практики.

За три года, прошедших после выхода книги, по данной проблематике было получено много новых результатов и опубликовано большое количество книг и статей (в основном за рубежом). Особенно заметным событием стала публикация в 1998 г. в Англии сборника работ известных зарубежных социологов "Социальные механизмы". Авторы сборника утверждают, что, учитывая кризисное состояние социологической теории, основным направлением развития социологии должно стать изучение социальных механизмов.

Социальный механизм — это причинно-следственная модель социального процесса. В предлагаемой книге читатель найдет много примеров исследования таких механизмов.

Новые результаты, с одной стороны, подтверждают актуальность и перспективность основных положений первого издания книги, а с другой стороны, требуют дополнить материал ряда глав и уточнить некоторые акценты.

В наибольшей степени переработке подверглись § 1.3, 3.3, 4.2, 4.4, 12.1, 14.3. Добавлены: § 5.4, виртуальное послесловие,

1 Плотинский Ю.М. Теоретические и эмпирические модели социальных процессов. М.: Логос, 1998.

список основных терминов и программа курса. В список литературы добавлено много работ последних лет.

Автор благодарит Институт "Открытое общество" и РФФИ за помощь в подготовке первого издания книги.

В заключение хотелось бы выразить признательность коллегам, прочитавшим первое издание учебного пособия, за поддержку и критические замечания, которые автор постарался учесть в новой публикации.

Введение

Повышение темпов изменений современного общества, возрастающая роль научно-технического прогресса ведут к значительному усложнению социальной реальности. Бурные социально-политические события конца XX века оказались для социологов неожиданными, многие из них до сих пор не получили удовлетворительного объяснения. Все это делает изучение проблем социальной динамики одной из наиболее актуальных задач современной социологической науки.

Цель настоящей работы — помочь студентам старших курсов социологических, а также экономических и других гуманитарно-социальных факультетов освоить методы моделирования общественных процессов. В основном в книге рассматриваются социально-политические и социокультурные процессы (более 50 моделей). В качестве примеров приводятся также несколько моделей биологических и демографических процессов. В анализируемых экономических процессах исследуется, как правило, только роль социальных факторов. Часть моделей имеет четкое теоретическое обоснование, другие же базируются на выявленных эмпирических закономерностях.

С процессом построения моделей мы знакомимся еще в школе, решая задачи по физике и математике. Моделирование начинается с анализа проблемы, сформулированной в тексте задачи. Мы пытаемся проникнуть в смысл отдельных предложений, понять их взаимосвязи. Затем записываем задачу на языке математических символов, определяем множество переменных и строим систему знаковых соотношений (уравнений и неравенств).

Процесс составления уравнений полезен уже тем, что позволяет глубже вникнуть в проблему, выявляя логические взаимосвязи. Для каждой задачи, как правило, можно составить несколько различных систем уравнений, т.е. построить несколько моделей.

Выбрав простую, лаконичную модель, мы анализируем ее, используя математический инструментарий (знания, накопленные в области исследования систем линейных или нелинейных уравнений и неравенств). Получив решение задачи, можно оценить, какое влияние на моделируемый процесс оказывает то или иное изменение исходных факторов.

Построенная модель обеспечивает существенное сжатие информации, но при этом какие-то грани изучаемого процесса отбрасываются как несущественные. Укоренившееся со школьных лет представление о том, что модель может быть только математической, глубоко ошибочно. Модель может быть сформулирована и на естественном языке. В любом случае модель проще, в некотором смысле "грубее" изучаемого явления, но зато одну и ту же модель можно использовать для описания широкого класса явлений.

Под *моделью* (от лат. *modulus* — мера, образец, норма) в широком смысле в науке принято понимать аналог, "заместитель" оригинала (фрагмента действительности), который при определенных условиях воспроизводит интересующие исследователя свойства оригинала.

К недостаткам термина "модель" следует отнести его многозначность. В словарях приводится до восьми различных значений, из которых в научной литературе наиболее распространены два:

- модель как аналог объекта;
- модель как образец.

В качестве примера рассмотрим следующее предложение: "Построение моделей данного типа должно стать моделью проведения исследований". В этой фразе модель упоминается сначала как аналог, заместитель реальности, а затем то же слово означает образец для подражания. Конкретный смысл термина обычно ясен из контекста, но в данной книге слово модель будет использоваться только в первом значении.

М.Вартофский рассматривает модели как "картины", соотносящиеся с чем-то. "Эта референция всегда есть соотнесение с чем-то реальным, лежащим вне изображения и репрезентации. Следовательно, исключается какое бы то ни было самоотнесение, ничто не может быть моделью самого себя. Таким образом, «картина» может «походить» на объект или «выглядеть» как объект в самых разных смыслах, начиная с простейшего случая последовательно-

го отображения контуров карты и кончая случаем «представителя» нации, который может отображать, «репрезентировать» ее своими взглядами, предпочтениями, поведением"².

Информационный аспект подчеркивается в определении Н.Н.Моисеева. "Под моделью мы будем понимать упрощенное, если угодно, упакованное знание, несущее вполне определенную, ограниченную информацию о предмете (явлении), отражающее те или иные его отдельные свойства. Модель можно рассматривать как специальную форму кодирования информации. В отличие от обычного кодирования, когда известна вся исходная информация и мы лишь переводим ее на другой язык, модель, какой бы язык она не использовала, кодирует и ту информацию, которую люди раньше не знали. Можно сказать, что модель содержит в себе потенциальное знание, которое человек, исследуя ее, может приобрести, сделать наглядным и использовать в своих практических жизненных нуждах. Для этих целей в рамках самих наук развиты специальные методы анализа. Именно этим и обусловлена предсказательная способность модельного описания"³.

Модели принято делить на содержательные и формальные. В данной работе основное внимание уделяется именно содержательным моделям. Моделирование состоит из двух взаимосвязанных этапов: формулировки модели (постановки задачи) и ее изучения. Методологической основой разработки и исследования рассматриваемых содержательных моделей является системный анализ. Однако применение успешно работающих в естественных науках методов исследования систем в социальной сфере часто оказывается неэффективным. Дело в том, что социальные системы не просто функционируют во времени — они еще принимают решения, осуществляют выбор пути дальнейшего развития. Поэтому в данной книге системный подход дополняют идеи *когнитологии* — нового междисциплинарного научного направления, изучающего широкий спектр проблем восприятия, понимания и принятия решений.

Методологические аспекты системного и когнитивного подходов изложены в разд. 1. Кроме теоретических вопросов в этом разделе рассматриваются конкретные примеры применения системного анализа для решения практических проблем, даны рекомендации по реальному внедрению результатов, а также представлен ряд ког-

2 Вартофский М. Модели. Репрезентация и научное понимание. М., 1988. С. 37.

3 Моисеев Н.Н. Математика в социальных науках//Математические методы в социологическом исследовании. М., 1981. С. 166.

нитивных инструментов, обеспечивающих повышение креативности, углубление понимания сущности изучаемых процессов и облегчающих генерирование плодотворных гипотез.

В разд. 2 описываются содержательные модели социальной динамики. Отдельная глава посвящена моделям жизненного цикла социальных систем. В двух главах рассматриваются проблемы волновой динамики для различных сфер жизни общества. Значительный практический интерес представляют модели распространения нововведений (диффузии инноваций), исследуемые в девятой главе.

В заключительных главах этого раздела рассмотрены нелинейные модели социальных кризисов и революций. Изучение переходных процессов в социальных системах требует привлечения современных научных концепций теории катастроф, синергетики и теории хаоса.

Изучение модели — "прогон" во времени, оценка роли различных факторов, выявление закономерностей — наиболее эффективно осуществляется с помощью формальных методов анализа, которым посвящен разд. 3. Изложение материала основано на использовании современных компьютерных технологий и предполагает существенную корректировку многих устоявшихся стереотипов. Читатель должен научиться "читать" уравнения, после чего их запись не составляет труда, а решать их вообще не нужно — за вас, точнее в содружестве с вами, с этим прекрасно справится современное программное обеспечение (в основном используются электронные таблицы). Все рассматриваемые в разделе задачи, в том числе и довольно сложные, решаются универсальным методом — нажатием одной кнопки! Интересно, что освоение данного подхода совсем не требует дополнительного времени, так как все можно считать упражнениями по освоению электронных таблиц, что важнее знания таблицы умножения.

Основной акцент в данном подходе переносится с математических рассуждений на визуализацию информации, позволяющую получать не только количественные, но и качественные оценки поведения исследуемых социальных систем, не требуя при этом освоения сложного формального аппарата.

Многоплановость изложения материала неизбежно усложняет структуру книги, а обилие перекрестных ссылок временами сближает ее с гипертекстом.

В конце каждой главы приведены задачи и упражнения, часть которых просто контрольные вопросы, другие могут служить темой обсуждения на семинарах. Некоторые из задач совсем не просты и могут стать темами курсовых и дипломных проектов.

Список литературы приведен в конце каждой главы и содержит много ссылок на издания последних лет, что дает любознательному читателю возможность быстро выйти на передовые рубежи теоретических и прикладных исследований.

Настоящее пособие основано на курсе лекций, читающихся на социологическом факультете МГУ им. М.В.Ломоносова, а также на материалах спецсеминаров.

Автор хотел бы выразить признательность всем коллегам, которые помогли ему советами, замечаниями и необходимыми материалами.

РАЗДЕЛ 1. Системный и когнитивный аспекты методологии моделирования

Глава 1. Основные принципы системного анализа

1.1. Становление теории систем

Первые представления о системе как совокупности элементов, находящихся в структурной взаимосвязи друг с другом и образующих определенную целостность, возникли в античной философии (Платон, Аристотель). Воспринятые от античности принципы системности развивались в дальнейшем в концепциях Кузанского, Спинозы, в немецкой классической философии они разрабатывались Кантом, Шеллингом, Гегелем.

Принцип системности, выдвижение которого было подготовлено историей естествознания и философии, находит в XX веке все больше сторонников в различных областях знания. В 30-40-е годы австрийский ученый Л. фон Берталанфи успешно применил системный подход к изучению биологических процессов, а после второй мировой войны он предложил концепцию разработки общей теории систем. В программе построения общей теории систем Берталанфи указывал, что ее основными задачами являются: 1) выявление общих принципов и законов поведения систем независимо от природы составляющих их элементов и отношений между ними; 2) установление в результате системного подхода к биологическим и социальным объектам законов, аналогичных законам естествознания; 3) создание синтеза современного научного знания на основе выявления изоморфизма законов различных сфер деятельности.

Общая теория систем, по замыслу Берталанфи, предложившего первую программу построения такой теории, должна быть некоей общей наукой о системах любых типов. Однако конкретные реализации этой и подобных амбициозных программ натолкнулись на очень серьезные трудности, главная из которых состоит в том, что общность понятия системы ведет к потере конкретного содержания. В настоящее время построено несколько математических моделей систем, использующих аппарат теории множеств, алгебры. Однако прикладные достижения этих теорий пока весьма скромны. В то же время системное мышление все чаще используется представителями практически всех наук (географии, политологии, психологии и т.д.). Системный подход находит все более широкое распространение и при анализе

социальных систем. Применение понятий системного подхода к анализу конкретных прикладных проблем получило название системного анализа.

Как отмечает В.Н. Садовский, "исторически системный анализ является дальнейшим развитием исследования операций и системотехники, имевших шумный успех в 50-60-е годы. Как и его предшественники, системный анализ (или анализ систем) — это прежде всего определенный тип научно-технической деятельности, необходимой для исследования и конструирования сложных и сверхсложных объектов... В таком понимании системный анализ — это особый тип научно-технического искусства, приводящего в руках опытного мастера к значительным результатам и практически бесполезного при его чисто механическом, нетворческом применении" [31, с.45].

Системный анализ занимается не только изучением какого-либо объекта (явления, процесса), но главным образом исследованием связанной с ним проблемной ситуации, т.е. постановкой задачи.

Что же представляет собой системный анализ в настоящее время? Если судить по оглавлению учебника [27], то его составными частями являются кибернетика, теория информации, теория игр и принятия решений, анализ систем голосования и т.д. Считается, что ученые, работающие в перечисленных и смежных областях наук, испытывают потребность в создании новой научной дисциплины. "Неудивительно поэтому, что многие из наиболее плодотворно работающих в этих нетрадиционных направлениях ученых как бы кочуют из одной области в другую, пытаясь снова и снова подобраться к чему-то все время ускользающему от них и найти для этого «чего-то» наиболее подходящий флаг. Позавчера этим флагом могла служить кибернетика или исследование операций, вчера наука об управлении, сегодня системный анализ, а завтра, возможно, какое-то новое научное направление" [25, с.58]. Отметим, что далеко не все ученые указанных направлений науки рады подобной смене флагов. Часть их критикует общую теорию систем и системный анализ. При этом специалисты по теории систем считают главным недостатком своей науки отсутствие нового класса объектов исследований. Представляется, однако, что объектов-систем даже слишком много, мало другого — собственных методов исследования, инструментария, разработанного в рамках системного подхода, а не заимствованного вместе с конкретными приложениями из более старых областей науки, прикладной математики, кибернетики, исследования операций.

Надо отметить, что роль критики в процессе развития науки является безусловно конструктивной и полезной, так как позволяет уточнить и прояснить основные понятия и предположения, модифицировать некорректные построения, определить взаимосвязи с другими областями знания.

1.2. Основные понятия системного анализа

В литературе приводится целый ряд близких по смыслу определений понятия системы и связанных с ним терминов. Прежде чем перейти к более подробному рассмотрению главных мотивов системного анализа, дадим основные определения.

Система есть множество связанных между собой элементов, которое рассматривается как целое.

Элемент — неразложимый далее (в данной системе, при данном способе рассмотрения и анализа) компонент сложных объектов, явлений, процессов.

Структура — относительно устойчивая фиксация связей между элементами системы.

Целостность системы — это ее относительная независимость от среды и других аналогичных систем.

Эмерджентность — несводимость (степень несводимости) свойств системы к свойствам элементов системы.

Отметим, что приведенные определения носят скорее характер содержательных пояснений, разъяснений. Все они взаимосвязаны, одно уточняет смысл другого, а в своей совокупности дают первое представление о концепции системного подхода.

Слово "система" широко используется в обыденной речи, являясь частью таких понятий, как система отопления, система розыгрыша первенства в спорте и т.д. Для того чтобы отделить научный смысл термина "система" от посторонних ассоциаций, в англоязычной литературе предлагались различные неологизмы, *org*, *holon*, *integron*, подчеркивающие соответственно органичность, целостность, интегральность, свойственные понятию системы. Однако эти неологизмы не прижились.

Как следует из приведенного выше определения, система представляет собой множество с некоторыми дополнительными характеристиками. Математическое понятие множества является первичным. "Под множеством мы понимаем любое объединение в одно целое *M* определенных, вполне различаемых объектов из нашего восприятия или мысли (которые называются элементами *M*)" [13, с. 15]. Когда мы говорим, что множество есть

набор или совокупность, то просто поясняем смысл понятия с помощью синонимов.

Понятие элемента так же первично, как и понятие множества, хотя один и тот же объект может быть множеством и в то же время рассматриваться как элемент другого множества. (Это же относится к понятию "система".)

Этимологически слово "система" есть греческий эквивалент латинского "композиция". Следовательно, понятие "система" предполагает одновременное наличие нескольких компонент, частей, подсистем. В отличие от множества система не является простым набором независимых элементов. Термин "система" предполагает взаимодействие составляющих элементов, причем система как целое обладает свойствами, отсутствующими у ее составных частей. Приведем хрестоматийный пример, поясняющий понятие "система". Рассмотрим процесс строительства арки из специально обтесанных камней. Обтесанные камни помещаем один возле другого. Как только вставлен замыкающий арку центральный камень, появляется структура и множество камней становится системой, приобретает благодаря возможности элементов взаимодействовать друг с другом статическую способность поддерживать себя и посторонние грузы. Возможность поддерживать груз не является свойством каждого камня или всей кучи камней, это свойство появляется после того, как камни начинают взаимодействовать в определенном порядке. Чем выше организованность системы, тем легче отличить ее от множества. Хорошим примером является множество кирпичей и сложенный из них дом. Архитектура — это еще одно понятие, поясняющее смысл системности.

Труднее провести различие между понятиями системы и множества для менее организованных, слабо структурированных объектов. В рассмотренном выше примере с аркой и кучей камней арка дает возможность поддерживать груз. Но и куча камней может выдержать этот груз (и даже больший), правда, на существенно меньшей высоте. Куча камней, содержащая одни и те же элементы, могут быть разными. Так, если куча камней окажется на территории музея и около нее будет висеть табличка с фамилией скульптора-модерниста, то цена этой системы будет значительно больше стоимости ингредиентов. Представим себе, что наша куча камней разбросана на некоторой площади в пустыне. В этом случае мы имеем множество камней. А если те же камни находятся в японском саду? Вежливый человек скажет, что камни расположены живописно, но посвященный знает, что расположение камней имеет нетривиальную структуру: из любой точки сада нельзя од-

новременно увидеть все камни. Таким образом, имеет место система с достаточно сложной, необычной структурой.

Учитывая трудности четкого разграничения понятий множества и системы, А.А. Малиновский предлагает не требовать, чтобы система по своим проявлениям обязательно отличалась от простой суммы составляющих ее элементов. При низком уровне организации система по своим свойствам может приближаться к сумме своих частей.

Приведем еще два определения системы, поясняющие суть этого понятия.

Системой является любой объект, имеющий какие-то свойства, находящиеся в некотором заранее заданном отношении [35].

Система — обособленная сознанием часть реальности, элементы которой обнаруживают свою общность в процессе взаимодействия [12].

В работе Дж. Клира [15] обсуждается следующее определение, предложенное Б.Гейнсом. *Системой* является все, что мы хотим рассматривать как систему. Понятию "система" отводится верхнее место в иерархии понятий. Отмечается, что слабость и в то же время главное достоинство этого понятия в том, что его никак нельзя дополнительно охарактеризовать. Данное определение подчеркивает очень важные свойства системы, но все-таки не разрешает проблему соотношения понятий множества и системы.

В работах Р.Акоффа система рассматривается как целое, определяемое одной или несколькими основными функциями, где под *функцией* понимается роль, назначение, "миссия" системы. По Акоффу, система состоит из двух или более существенных частей, т.е. частей, без которых она не может выполнять свои функции. Другими словами, система является целым, которое нельзя разделить на независимые части [1, 40].

Понятие функции системы или ее элементов кажется интуитивно ясным и прозрачным, однако критически мыслящие ученые заметили, что очевидное для простейших механических систем может оказаться неверным для больших сложноорганизованных систем. Ибо наряду с явными функциями могут существовать неявные, латентные функции. Более того, один и тот же элемент системы может выполнять как полезные для системы функции, так и дисфункции, негативно влияющие на ее функционирование.

Ключевую роль в системном анализе играет понятие "*структура*", которое связано с упорядоченностью отношений, связывающих элементы системы. Структуры делятся на *простые* и *сложные* в зависимости от числа и типа взаимосвязей между

элементами. Структуры часто носят иерархический характер, т.е. состоят из упорядоченных уровней. Проблема структуризации является одной из главных отличительных особенностей системных исследований. Подмножества элементов системы могут рассматриваться как подсистемы, состоящие в свою очередь из подсистем более низкого уровня. Однако следует иметь в виду, что разбиение системы на подсистемы зависит от целей исследования и, вообще говоря, неоднозначно.

Наличие структуры позволяет существенно сократить громадное число возможных комбинаций элементарных отношений, т.е. структура — это в некотором смысле потеря степеней свободы.

Проблема структуризации была одной из ведущих тем в популярном в первой половине XX века направлении психологии — гештальтпсихологии⁴ (от нем. Gestalt — структура, форма, конфигурация). Один из основоположников этого направления психологии М. Вертгеймер писал в 1925 г.: "Существуют связи, при которых то, что происходит в целом, не выводится из элементов, существующих якобы в виде отдельных кусков, связанных потом вместе, а напротив, то, что проявляется в отдельной части этого целого, определяется внутренним структурным законом этого целого. Гештальттеория есть это, не больше и не меньше" [7, с. 6].

Из этого отрывка ясно, почему Л. фон Бергаланфи неоднократно отмечал, что гештальтпсихология была реальным историческим предшественником общей теории систем.

Рассмотренные выше понятия характеризуют в основном статическое состояние систем. Перейдем к описанию динамики систем. Введем основные определения.

Под *поведением (функционированием)* системы будем понимать ее действие во времени. Изменение структуры системы во времени можно рассматривать как эволюцию системы.

Цель системы — предпочтительное для нее состояние.

Целенаправленное поведение — стремление достичь цели.

Обратная связь — воздействие результатов функционирования системы на характер этого функционирования.

Если обратная связь усиливает результаты функционирования, то она называется *положительной*, если ослабляет — *отрицательной*. Положительная обратная связь может приводить к

⁴ Гештальтпсихологи активно занимались теоретическим и экспериментальным изучением восприятия, а затем и других психических процессов, опираясь на принципы целостности и структуры.

неустойчивым состояниям, тогда как отрицательная обратная связь обеспечивает устойчивость системы. С помощью отрицательных обратных связей органические системы поддерживают свою жизнедеятельность. Например, тяжелая физическая работа уменьшает количество кислорода в крови человека. Однако учащенное дыхание увеличивает приток кислорода к легким, что ведет к пополнению запаса кислорода в крови.

В качестве примера положительной обратной связи рассмотрим проблему инфляционных ожиданий. Рост инфляционных ожиданий вынуждает людей делать больше покупок, чем необходимо. Увеличение спроса приводит к росту цен и усиливает инфляцию, что в свою очередь способствует повышению инфляционных ожиданий.

Одним из первых, кто осознал роль обратной связи в поведении систем живой и неживой природы, был Норберт Винер, который считается отцом кибернетики. Начальные идеи кибернетики разработаны группой ученых, которую возглавлял Н. Винер. В 1943 г. появилась историческая статья "Поведение, целенаправленность и телеология", где впервые показано принципиальное единство ряда задач, в центре которых находятся проблемы связи и управления в природе и технике.

Телеологическое поведение (целенаправленное действие) требует отрицательной обратной связи, т.е. для достижения определенной цели "необходимы сигналы от нее, чтобы направить поведение" [8, с. 300].

В телеологии как идеалистическом философском учении считалось, что можно описать и истолковать законы Вселенной, используя концепцию "конечных причин" (целей), которые относятся к будущему. Телеологический взгляд на Вселенную, развитый еще античными философами, был отвергнут во времена Галилея и Ньютона, когда механистические концепции в физике позволили дать объяснения законам движения на основе предшествующих причин без использования метафизических "конечных причин". Однако господствующие долгое время механистические взгляды на Вселенную были неспособны объяснить многие явления, происходящие в живой природе.

Кибернетика заново ввела понятие целевого (телеологического) объяснения в научный оборот. Важность принципа обратной связи была осознана при разработке технических систем. Винер отмечал, что, выбирая термин "кибернетика", происходящий от греческого "кормчий", "мы тем самым признавали, что первой значительной работой по механизмам с обратной связью была ста-

тья о регуляторах, опубликованная Кларком Максвеллом в 1868 году... Мы хотели также отметить, что судовые рулевые машины были действительно одними из первых хорошо разработанных устройств с обратной связью"⁵ [8, с. 28]. Он считал, что существование отрицательных обратных связей у живых существ является главной особенностью, отличающей живую природу от неживой. Технические системы обладают обратной связью по воле конструктора. Следует отметить, что за 15 лет до Винера А.П.Анохин также утверждал, что наличие отрицательных обратных связей обеспечивает устойчивость организмов и создает у живых существ целеполагание — стремление к сохранению гомеостаза. Еще ранее А.А. Богданов писал, что для развития организации любой природы необходимы отрицательные и положительные обратные связи.

В настоящее время под системой часто понимают "адаптивное целое", подчеркивая свойство системы сохранять свою идентичность в условиях изменчивости внешней среды.

Хотя прагматические возможности системного подхода пока еще достаточно скромны, его идеи и методы имеют безусловную педагогическую ценность для формирования и развития научного мышления, поэтапного подхода к исследованию сложных проблем. Рассматривая системный анализ как методологию не столько решения, сколько постановки проблем, выделим 11 этапов, следуя которым можно последовательно и системно анализировать конкретную проблему:

1. Формулировка основных целей и задач исследования.
2. Определение границ системы, отделение ее от внешней среды.
3. Составление списка элементов системы (подсистем, факторов, переменных и т.д.).
4. Выявление сути целостности системы.
5. Анализ взаимосвязей элементов системы.
6. Построение структуры системы.
7. Установление функций системы и ее подсистем.
8. Согласование целей системы и ее подсистем.
9. Уточнение границ системы и каждой подсистемы.
10. Анализ явлений эмерджентности.

5 Любопытно, что первым науку об управлении обществом назвал кибернетикой французский физик А.Ампер (1834), а польский философ-гегельянец Б. Трентовский уже в 1843 г. опубликовал книгу "Отношение философии к кибернетике как искусству управления народом".

11. Конструирование системной модели.

Изложенный 11-этапный цикл системного анализа, конечно, не является догмой. Некоторые этапы исследования можно опускать, возможен возврат к предыдущим этапам. Более того, содержание каждого этапа допускает различные трактовки, большинство понятий строго не определено. Тем не менее каждый исследователь должен помнить об основных вехах на пути от постановки задачи к построению модели. Особенно полезно следование дисциплинирующей последовательности этапов системного анализа для студентов, аспирантов и молодых ученых.

Системно анализируя действительность, опасно полагаться на простые аналогии или интуицию. И.Пригожин и И.Стенгерс отмечают, что "очень часто отклик системы на возмущение оказывается противоположным тому, что предсказывает наша интуиция. Наше состояние обманутых ожиданий в этой ситуации хорошо отражает термин «контринтуитивный»... Единственной специфической особенностью сложных систем является то, что наше знание о них ограничено и неопределенность со временем возрастает" [26, с. 266].

Принцип контринтуитивного поведения Дж. Форрестера гласит, что дать удовлетворительный прогноз поведения сложной системы, используя только собственный опыт и интуицию, как правило, невозможно. Сложная система реагирует на внешние воздействия совсем иначе, чем ожидает наша интуиция, основанная на общении с достаточно простыми системами [37].

1.3. Системный подход в социологии и биологии

Разделение систем на простые и сложные, конечно, далеко не единственный способ классификации систем. Отталкиваясь от природы систем, их можно подразделить на механические, органические и социальные. В свою очередь социальные системы можно разделить на семь типов: индивид; семья; группа; организация (фирма, предприятие, учреждение и т.д.); социальный институт (право, образование, религия и т.д.); территориальная общность (деревня, город, область, государство); мировое сообщество (мировая система).

Системные принципы использовались для анализа социальной реальности задолго до становления теории систем. "Отец социологии" О.Конт подчеркивал сходство общества с биологическим организмом. В трудах Г.Спенсера значительное место уделено поис-

ку общих структурных закономерностей в неорганической, биологической и социальной эволюциях.

В XX веке системные представления стали неотъемлемой частью социологического теоретизирования. Так, П.А.Сорокин понимал под социокультурной системой интегративное целое. В изданной в 1920 г. работе "Система социологии" П.А.Сорокин следующим образом описывает явление эмерджентности: "...общество, или коллективное единство, как совокупность взаимодействующих людей, отличная от простой суммы не взаимодействующих людей, существует. В качестве такой реальности *suī generis* оно имеет ряд свойств, явлений и процессов, которых нет и не может быть в сумме изолированных индивидов. Но вопреки реализму общество существует не «вне» и «независимо» от индивидов, а только как система взаимодействующих единиц, без которых и вне которых оно немисливо и невозможно, как невозможно всякое явление без всех составляющих его элементов" [30, с. 247].

Значительную роль в развитии системных представлений сыграл структурно-функциональный подход. Предполагается, что читатель знаком как с достижениями структурно-функционального подхода, так и с критикой его основных положений [16, 33].

В 70-е годы XX столетия эвристический потенциал классического системного анализа в социологии и биологии был во многом исчерпан. Успешно используемые в технике абстрактные и формализованные понятия теории систем при изучении проблем живой природы и социальной реальности все чаще приводили к перечислению банальностей, обилию тавтологий. Основное затруднение, с которым столкнулась теория систем, заключалось в том, что ключевые понятия классического системного анализа ориентированы на изучение систем в статическом состоянии, когда изменений нет или они несущественны. В такой ситуации адекватным было понимание системы как целого, зафиксированного устойчивой структурой взаимодействия элементов. Однако если мы начнем наблюдать за динамикой системы, т.е. за изменениями конкретной системы во времени, то легко убедимся, что четкость и ясность основных системных понятий начинает размываться.

Специфика социальных и биологических систем выдвигает на первый план (тривиальную для технических систем) проблему тождественности — осталась ли изменившаяся во времени система той же или это другая система?

Рассмотрим следующий пример. Допустим вы в качестве наблюдателя изучаете деятельность такой социальной системы, как Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, с целью улучшить его функционирование. Вам необходимо узнать позиции ректора и деканов, уровень преподавания, мотивацию студентов, состояние зданий и буфетов, уровень оснащённости лабораторий и компьютерных классов, состояние финансирования и т.д.

Теперь предположим, что перед наблюдателем поставлена другая задача — проанализировать функционирование системы МГУ за последние 25 лет. За период наблюдений сменилось несколько ректоров, появились новые факультеты, поменялось государство, изменилась идеология. Что можно сказать о МГУ как о социальной системе, изменилась ли она настолько, что нужно говорить о разных социальных системах, или она сохранила свою тождественность?

Размышляя над проблемами тождественности органических систем, биологи пришли к выводу, что ключевым понятием теории живых систем должна стать организация [29, с.66]. *Организация* описывает главные отношения, которые конституируют систему как целое и определяют ее суть. Системы одного типа имеют одну организацию. "Именно в организованности (согласованном взаимодействии частей) системы заключается ее способность сохранить свое тождество" [29, с. 103].

В работе А.Рапопорта "органическая система определяется как нечто распознаваемое и обладающее тождественностью, т.е. остающееся самим собой несмотря на перемены состояний. Именно это сохранение тождественности отражается в акте распознавания" [29, с.102].

Наибольшее влияние на современное состояние теории биологических и социальных систем оказали труды чилийских биологов У. Матураны и Ф. Варелы [45]. Пытаясь отделить живые системы от неживых, Матурана ввел понятие "аутопойезис" (самотворение, самопорождение). С помощью аутопойетических процессов система осуществляет процессы самовоспроизводства своих компонентов, составляющих ее организацию, поддерживая таким образом свою самотождественность.

М.Зелени приводит следующий пример самовоспроизводства в простейшей живой системе — биологической клетке: "клетка — это сложная система, состоящая в среднем из 10^5 макромолекул. За полное время жизни данной клетки все макромолекулы возобновляются приблизительно 10^4 раз. При этом в течение всего про-

цесса клетка сохраняет свои отличительные свойства, связанность и относительную независимость. Она воспроизводит мириады компонент, но все же не производит ничего, кроме самой себя. Сохранение единства и целостности, в то время как сами компоненты непрерывно или периодически распадаются и возникают, создаются и уничтожаются, производятся и потребляются, и называется *самовоспроизведением*" (или *аутопойезисом*) (цит. по [15, с. 398]).

По мнению Матураны, процессы аутопойезиса свойственны не всем социальным системам, а только "естественным", примерами которых являются семьи, клубы, политические партии. В работе 1970 г. [21] он подчеркивает, что организация определяет главные отношения, которые конституируют систему как целое, тогда как структура системы, т.е. взаимодействие элементов, может меняться. Одна система может иметь несколько структур, меняя их с тем, чтобы лучше взаимодействовать с внешней средой. Можно сказать, что система осуществляет структурное сопряжение с другими системами и внешней средой. Важно подчеркнуть, что система сама выбирает, реагировать ли на изменения внешней среды и каким образом. "Посредством своей организации живая система определяет область всех взаимодействий, в которые она может вступать без утраты собственной идентичности" [21, с. 99], поэтому живая система является самореферентной системой.

То, что живая система может эффективно существовать в меняющейся окружающей среде, по мнению Матураны, означает, что эта система имеет "знания", она может распознавать и познавать среду. Матурана вводит следующее определение когнитивной (познающей) системы: "это система, организация которой определяет область взаимодействий, где она может действовать значимо для поддержания самой себя, а процесс познания — это актуальное (индуктивное) действие или поведение в этой области. Живые системы — это когнитивные системы, а жизнь как процесс представляет собой процесс познания. Это утверждение действительно для всех организмов, как располагающих нервной системой, так и не располагающих ею" [21, с.103].

Матурана подчеркивает, что все утверждения о живых системах высказываются наблюдателем. Наблюдатель — человек, т.е. живая система, поэтому он может провести различие системы от среды и описать различие языковыми средствами. Но все, что справедливо относительно живых систем, справедливо также относительно самого наблюдателя. Рефлексия над про-

цессом познания, осуществляемым наблюдателем, является одним из ключевых моментов теории Матураны, способствующих распространению его идей далеко за пределы собственно живых систем [48].

Анализ изменений системы выводит на первый план фундаментальную проблему распознавания отличий. "Отличие расщепляет мир надвое: на «это» и на «то», «среду» и «систему», на «мы» и «они» и т.д. В человеческой деятельности различение занимает одно из самых важных мест и является, разумеется, одним из самых важных действий в науке о системах, поскольку любое определение системы есть различение собственно системы и ее среды" [15, с.317]. Последнее рассуждение опирается на логику исчисления форм Брауна [51], требующую оперировать не объектами, а различениями.

Именно логику различений использовал Н. Луман, разрабатывая свой вариант теории социальных систем. Он считает, что под "системой следует понимать не определенные сорта объектов, а определенное различение, именно различение системы и окружающей среды. Система является формой различения, т.е. имеет две стороны: систему (как внутреннюю сторону формы) и окружающую среду (как внешнюю сторону формы). Лишь обе стороны производят различение, производят форму, производят понятие" [18, с.28].

На следующем этапе операция различения применяется к самой системе, в которой вычлняются целое и части, т.е. система дифференцируется.

В ряде работ Луман развивает концепцию аутопойезиса применительно к теории социальных систем [44]. Луман полагает, что способом существования социальных систем является аутопойезис — то, что запускает (порождает) систему и обеспечивает ее дальнейшее функционирование путем замены элементов, перестройки структуры и ее адаптации к внешним условиям. Аутопойезис — не простое замещение отмирающих частей, но и своеобразное принуждение их к деятельности.

В середине 80-х годов Луман приходит к выводу, что социальная система — это воспроизводство коммуникаций. "Социальная система устанавливается всегда, когда осуществляются аутопойетические отношения коммуникации, которые отделяются от внешней среды через ограничение соответствующих коммуникаций. Социальная система состоит, таким образом, не из людей или действий, а из коммуникаций" [17, с.127].

Плодотворность данного подхода Луман демонстрирует на примере анализа системы права. Система права — это воспроизводство законных коммуникативных актов, т.е. коммуникативных актов, имеющих законные последствия. Каждый законный акт развивает и модифицирует систему.

Система права нормативно замкнута. Только она определяет, что законно, а что не законно. Все изменения определяются самой системой. При этом суды и тюрьмы, юристы и преступники в систему права не включаются, а относятся к внешней среде.

Некоторое сопротивление научной общественности столь радикальному подходу Луман объясняет гуманистическими предубеждениями — часть ученых по инерции предпочитает считать, что общество состоит из людей или отношений между ними [18, с. 27].

Действительно, требование "забыть о человеке" многими воспринимается болезненно, хотя сам Н.Луман полагает, что иначе нельзя построить "социологическую теорию социальных систем", которая может претендовать на роль супертеории, интегрирующей все социологическое знание.

Ряд ученых полагают, что подобные концепции социальных систем недооценивают активной роли элементов системы (человека, группы людей) в функционировании и изменении ее в целом. В работах У.Бакли, А.Этциони, М.Арчер, П.Штомпки и других ученых получил развитие деятельностный подход к теории социальных систем (см. обзор в [39, с. 242-254])⁶.

К этому научному направлению может быть отнесена теория структуриации Э.Гидденса. Он вводит следующие взаимосвязанные определения:

- *социальная система* — это воспроизводимые отношения между актерами или коллективами, организованные как регулярные социальные практики;
- *структуры* — правила, ресурсы или наборы отношений трансформации;
- *структуриация* — условия, управляющие преобразованием или преобразованием структур и, следовательно, воспроизводством социальных систем.

Гидденс полагает, что анализ структуриации социальных систем означает изучение процессов самопорождения, основанных на сознательной деятельности актеров. Исследование процессов струк-

⁶ См. также: История теоретической социологии: В 4 т. / Под ред. Ю.Н. Давыдова. СПб., 2000. Т. 4; Теория общества / Под ред. А.Ф. Филиппова. М., 1999; Добреньков В.И., Кравченко А.И. Социология: В 3 т. М., 2000.

турации позволяет понять, каким образом актеры являются одновременно и создателями и созданиями социальных систем. По мнению Гидденса, принятое в социальных науках статичное определение структуры, характеризующее наиболее устойчивые аспекты социальной системы, следует дополнить понятием структур во множественном числе⁷, позволяющим лучше описать динамику системы, так как структура — это процесс, а не состояние. "Структуры обладают двойственной природой — они являются как средством, так и результатом практик, которые они регулярно организуют... Структуры не нужно приравнивать к принуждению, они не только принуждают, но и дают возможности". Структуры нельзя отождествлять с препятствием, поскольку они всегда имеют как ограничивающие, так и стимулирующие свойства.

Структура, по Гидденсу, аналогична системе правил, которые регулируют возможные варианты социальных действий [10]. Подобная расширительная трактовка понятия структуры возможна и, по-видимому, облегчает построение универсальных теорий. Однако практическое использование подобных концепций затруднено. Последние годы в общественных науках все шире применяется анализ совокупности правил, которым подчиняются изучаемые социальные взаимодействия.

В сфере социологии теорию систем правил (social rule systems) развивают шведские ученые Т.Бернс и Е.Флем. Они полагают, что деятельность индивида организуется и управляется в основном социально определенными правилами, а также системами правил.

Теория шведских ученых фокусируется на двух фундаментальных процессах:

- формировании и реформировании систем социальных правил;
- внедрении социальных правил, мобилизации ресурсов для распространения правил.

Под *социальными правилами* понимаются нормы и законы, принципы морали, правила игры, процедуры административного регулирования, обычаи и традиции, требования экономических и политических институтов и соответствующие санкции. Правила регулируют, но не полностью детерминируют действия индивида, за ним остается определенная свобода выбора. Любая социальная организация — это разделяемая полностью или частично система правил [41].

⁷ Идея множественности структур используется в теории У.Матураны. Отметим также, что концепция структуризации развивает концепцию аутопойезиса.

К данному направлению примыкает введенное К.Хюбнером понятие исторической системы правил. Анализ исторических процессов, по мнению Хюбнера, показывает, что они подчинены правилам. "Существует столько типов таких правил, сколько разнообразных форм и граней человеческой жизни. Это правила, регулирующие повседневное общение и все разнообразие взаимодействий: правила бизнеса, экономики и государственной жизни; правила, по которым живет искусство, музыка, религия и, конечно же, язык. Поскольку такие правила, с одной стороны, возникают исторически и подвержены историческим преобразованиям, а с другой стороны, они придают сферам нашей жизни систематическое строение, я назову их историческими системами правил или просто системами" [38, с. 160].

Хюбнер использовал системный подход для анализа развития науки как системы знаний, акцентируя внимание на процессах экспликации системы — внутреннего развития, при котором основные правила остаются неизменными, и процессах мутации системы, а также на процессах изменения правил, ведущих к возникновению новой системы.

Анализ систем правил широко используется в таких направлениях современной экономической теории, как эволюционная экономика, неоинституционализм. Лауреат Нобелевской премии по экономике Д.Норт основное внимание в своих работах уделяет взаимодействию социальных институтов и организаций. Он полагает, что институты — это "правила игры" обществе. Институты включают в себя формальные законы и неформальные правила поведения, все формы ограничений, созданных людьми для того, чтобы придать определенную структуру человеческим отношениям⁸.

Подобный подход позволил Д.Норту и его коллегам успешно анализировать функционирование не только экономических, но и политических институтов, таких как конституция и парламент.

♦♦♦

Системный анализ — одно из бурно развивающихся научных направлений, все шире проникающее в науки о природе, технике, гуманитарную сферу. Системное осмысление изучаемых явлений вводит в научный оборот такие важные понятия, как целостность, структура, эмерджентность, подсистема, и, безусловно, полезно для углубления понимания социальной

8 См.: Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М., 1997. С. 18.

реальности. Как и во всякой молодой науке, в теории систем ведется интенсивная критическая работа по анализу основных положений и постулатов. Непросто даже дать такое определение понятию системы, чтобы четко отделить его от понятия множества. Споры вокруг определений хотя и важны, но носят несколько схоластический оттенок.

Теоретические дискуссии о природе социальных систем могут вызывать у читателя законный вопрос: а есть ли хоть какая-нибудь практическая польза от применения столь неоднозначного и расплывчатого понятия, как система?

Самое интересное то, что системный подход действительно является мощным средством решения прикладных проблем. С конкретными рекомендациями по использованию системного анализа можно познакомиться в следующей главе.

Задачи и упражнения

1. Как идентифицировать границу между системой и внешней средой? Является ли граница частью системы?

2. Частью каких социальных систем вы являетесь? Как эти системы взаимодействуют друг с другом и с окружающей средой?

3. Может ли социальная система состоять из одного человека или требуются как минимум двое?

4. Используя определение системы по Акоффу, проанализируйте состав вашего учебного заведения.

Какие части системы окажутся существенными? Что делать с несущественными частями?

Являются ли существенными частями автомобиля: а) его цвет; б) цвет мотора; цвет одежды шофера?

5. Иногда социальные системы относят к классу целеустремленных систем [1]. Может ли социальная система стремиться не к одной, а к нескольким целям?

6. Может ли социальная система думать?

7. Требуется ли для процессов аутопойезиса в живых системах память?

8. Если исходить из определения социальной системы по Луману, то необходимо ли использовать понятие эмерджентности?

9. Попробуйте дать достаточно четкое определение: а) устойчивости социальной системы; б) инерционности социальной системы.

10. Допустим, два наблюдателя изучают одну социальную систему. Всегда ли их системные представления совпадают?

11. Можно ли оценить участие индивида в социальной системе по шкале добровольность-принуждение? Дайте определение понятию системной дисциплины.

12. Р.Акофф считает, что XX век становится веком систем. Другие ученые, наоборот, полагают, что в конце XX века влияние систем снижается, преобладают процессы системной эмансипации. Какой позиции придерживаетесь вы?

13. По мнению П.А. Сорокина, социальной системой является любая организованная социальная группа, не обязательно состоящая из людей. Рой пчел, стая птиц, по Сорокину, тоже являются социальными системами. Является ли в таком случае социальной системой сеть компьютеров?

14. Под культурной системой Сорокин понимал взаимосвязанное единство норм, ценностей, идей, материальных предметов — культурных феноменов, которые могут иметь идеологическую, поведенческую, материальную или смешанную форму. Любая состоящая из людей социальная группа имеет общие ценности, нормы, законы. Но из этого не следует, что культурная система является просто подсистемой социальной системы. Члены одной социальной системы могут ориентироваться на различные культурные системы. Такие культурные системы, как наука, католицизм, английский язык, могут рассматриваться как океан, окружающий множество островов — социальных систем [50, с. 33]. Можно ли отнести культурную систему к классу живых систем?

15. Чтобы лучше прочувствовать взаимосвязь различных определений системы, Менджерс [46] предлагает поиграть в любопытную игру "Nomic", изобретенную в 1980 г. П.Шубером. Эта игра создана специально для демонстрации действия принципа — законы могут создавать только законы.

Предполагается, что существуют два типа правил: изменяемые и неизменяемые. Игроки делают ходы в соответствии с начально установленными правилами. Каждый ход состоит из предложений, обсуждений, а затем голосования по поводу изменений правил. Возможны изменения трех типов:

1) вычеркивание, создание новых или внесение поправок в изменяемые правила;

2) вычеркивание, создание или внесение поправок в поправки;

3) перевод неизменяемых правил в изменяемые или наоборот.

Если большинство играющих голосует за изменение, оно принимается.

В процессе игры возможны самые странные метаморфозы — начав играть в "Nomic", можно закончить игрой в шахматы или футбол!

Поиграйте, а потом попробуйте проанализировать, какие аспекты социальных систем моделирует эта игра.

Литература

1. Акофф Р. Планирование будущего корпорации. М., 1985.
2. Алексеев П.В., Панин А.В. Философия. М.: Проспект, 1996.

3. **Берталанфи Л.** Общая теория систем: критический обзор // Исследования по общей теории систем. М., 1969. С. 23-82.
4. **Блауберг И.В., Мирский Э.М., Садовский В.Н.** Системный подход и системный анализ // Системные исследования. М., 1982. С. 47- 64.
5. **Богданов А.А.** Тектология. М., 1989.
6. **Вагнер Р.** Социология: к вопросу о единстве научной дисциплины // Социологический журнал. М., 1996. № 3,4. С. 60-83.
7. **Вертгеймер М.** Продуктивное мышление. М., 1987.
8. **Винер Н.** Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. М., 1983.
9. **Гиг Дж. ван.** Прикладная общая теория систем. М., 1981.
10. **Гидденс Э.** Элементы теории структуриации // Современная социальная теория: Бурдье, Гидденс, Хабермас. Новосибирск, 1995. С. 40-72.
11. **Громов И. А., Мацкевич А.Ю., Семенов В.А.** Западная теоретическая социология. СПб., 1996.
12. **Данилов-Данильян В.И., Рывкин А.А.** Моделирование: системно-методологический аспект // Системные исследования. 1982. М., 1982. С.182-209.
13. **Клини С.Н.** Введение в метаматематику. М., 1957.
14. **Кимелев Ю.А., Полякова Н.Л.** Теория общества Энтони Гидденса // Современные социологические теории общества / Под ред. Н.Л.Поляковой. М.: ИНИОН, 1996. С. 33-57.
15. **Клир Дж.** Системология. Автоматизация решения системных задач. М., 1990.
16. **Кравченко С.А., Мнацаканян М.О., Покровский Н.Е.** Социология: парадигмы и темы. М., 1997.
17. **Луман Н.** Глоссарий // Социологический журнал. 1995. № 3. С. 125-127.
18. **Луман Н.** Понятие общества // Проблемы теоретической социологии / Под ред. А.О.Бороноева. СПб., 1994. С. 25-42.
19. **Мани М.** Общества как организованные сети власти // Современные социологические теории общества / Под ред. Н.Л.Поляковой. М.: ИНИОН, 1996. С. 24—32.
20. **Маркс К., Энгельс Ф.** Соч. 2-е изд. Т. 23.
21. **Матурана У.** Биология познания // Язык и интеллект. М., 1996. С.95-142.
22. **Моисеев Н. Н.** Социализм и информатика. М., 1988.
23. **Монсон П.** Современная западная социология: теория, традиции, перспективы. СПб., 1991.
24. **Морозов Е.И.** Методология и методы анализа социальных систем. М.: Изд-во МГУ, 1995.
25. **Наппельбаум Э.Л.** Системный анализ как программа научных исследований — структура и ключевые понятия // Системные исследования. 1979. М., 1980. С. 55-77.

26. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., 1986.
27. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П. Введение в системный анализ. М., 1989.
28. Разумовский О.С. Бихевиоральные системы. Новосибирск: Наука, 1993.
29. Рапопорт А. Мир — созревшая идея. Дармштадт: Дармштадтер Блаттер, 1993.
30. Сорокин П. А. Система социологии. Пг., 1920. Т. 1.
31. Садовский В. Н. Системный подход и общая теория систем: статус, основные проблемы и перспективы развития //Системные исследования. 1987. М., 1987. С. 29-54.
32. Современная западная теоретическая социология. Ю.Хабермас. М.: ИНИОН, 1992. Вып. 1.
33. Социология. Основы общей теории / Под ред. Г.В.Осипова, Л.К.Москвичева. М., 1996.
34. Тернер Дж. Структура социологической теории. М., 1985.
35. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. М., 1972.
36. Урсул А. Д. Отражение и информация. М., 1973.
37. Форрестер Дж. Мировая динамика. М., 1978.
38. Хьюбнер К. Критика научного разума. М., 1994.
39. Штомпка П. Социология социальных изменений. М., 1996.
40. Ackoff R.L., Gharajedaghi S. Reflection on systems and their models // Systems Research. 1996. Vol. 13. № 1. P. 13-23.
41. Burns T.R., Flam H. The shaping of social organization. L.: SAGE, 1987.
42. Flood R.L., Carson E.R. Dealing with complexity. An Introduction to the Theory and Application of Systems Science. N.Y.: Plenum, 1993.
43. Gigch S.P. van. Systems Design, Modeling and Metamodeling. N.Y.: Plenum, 1991.
44. Luhmann N. Essays on self-reference. N.Y.: Columbia Univ. Press, 1990.
45. Maturana H.R., Varela F.G. Autopoiesis and Cognition: The Realization of Living. Dordrecht: Reidel, 1980.
46. Mingers J. A Comparison of Maturana's Autopoietic Social Theory and Giddens Theory of Structuration // Systems Research. 1996. Vol. 13. № 4. P.469-482.
47. Mingers J. Self-producing systems. Implications and Applications of Autopoiesis. N.Y.: Plenum. 1995.
48. Mingers J. The cognitive theories of Maturana and Varela // System Practice. 1991. Vol. 4. № 4. P. 319-338.
49. Sewell W. A theory of structure: Duality, agency and transformation// American journal of sociology. 1992. Vol. 98. № 1. P. 1-30.
50. Sorokin P.A. Social theory today. N.Y.: Harper & Row, 1966.
51. Spenser Brown S. G. The Laws of Form. L.: Allen & Unwin, 1971.

Глава 2. Основные направления прикладного системного анализа

2.1. Классификация методологических подходов

Удобную и достаточно полную классификацию прикладных методологий системного анализа предложили английские ученые Р. Флад и М. Джексон [23]. Классификация позволяет проследить историю развития системных представлений, ориентированных на решение конкретных прикладных проблем, возникающих в социальной сфере и менеджменте.

Флад и Джексон справедливо полагают, что борьба между собой отдельных направлений системного анализа за монопольное владение всей сферой приложений не ведет к успеху. Значительно более продуктивен раздел сфер влияний, т.е. определение тех типов социальных систем, для которых наиболее эффективно использование конкретной методологии системного анализа. Поэтому они начинают с классификации социальных систем.

Простые системы имеют небольшое число элементов. Количество взаимосвязей между элементами невелико, но они хорошо организованы и управляемы. Простые системы почти не зависят от окружающей среды, детерминированы и мало изменяются во времени.

Сложные системы состоят из большого числа элементов, между которыми имеются многочисленные взаимосвязи. Сложные системы эволюционируют, т.е. со временем могут претерпевать существенные изменения. На поведение сложных систем и окружающей среды влияют случайные факторы. Подсистемы могут иметь собственные цели, не всегда и не во всем совпадающие с целями системы в целом.

Следует иметь в виду, что разделение социальных систем на простые и сложные на самом деле является достаточно условным, размытым. Речь идет скорее о тенденциях, а не о реальном различении.

Если разделение систем на простые и сложные — традиционное, то классификация по виду участия элементов и подсистем (индивидов, групп) в социальной системе используется значительно реже. Флад и Джексон рассматривают три вида участия:

1. Унитаризм — высокая степень согласия относительно целей, ценностей, установок. Все принимают участие в принятии решений.

2. Плюрализм — интересы и ценности могут различаться, но согласие все же достижимо за счет компромиссов и выработки приемлемых решений, принимаемых всеми участниками.

3. Принуждение — интересы, цели, ценности и установки различны, что нередко приводит к конфликтам, в результате чего одна часть системы навязывает свои решения другой части.

Данная классификация определяет шесть типов социальных систем. Если для каждого типа социальной системы выбрать методологии прикладного системного анализа, в наибольшей степени учитывающие специфику данного класса социальных систем, то результат можно представить в виде табл. 2.1, являющейся модификацией таблицы Флада и Джексона [23, с. 42].

Таблица 2.1. Основные методологии системного анализа

Системы	Унитаризм	Плюрализм	Принуждение
Простые	1. Исследование операций. Системотехника	3. Черчмен Методология стратегических предположений	У.5. Ульрих В. Методология критических систем
Сложные	2. Вир С. Методология жизнеспособных систем	4. Акофф Р. Методология интерактивного планирования; Чекленд П. Методология мягких систем	6.

Клетки таблицы пронумерованы. Рассматривать таблицу будем в соответствии с этой нумерацией. Отметим, что данная последовательность приблизительно отражает время возникновения того или иного подхода.

Первый столбец таблицы содержит методы, ориентированные на исследование в основном "жестких" систем с четкой, неизменной структурой. Для таких систем применение строгих количественных методов, основанных на формализованном описании систем, оказывается особенно эффективным.

Начнем описание таблицы с первой клетки. Методы исследования операций широко используются в самых различных областях человеческой деятельности, но главной целью этого научного направления является решение задач оптимальной организации производственных процессов [6]. Нахождение оптимальных — наиболее эффективных — решений требует использования математических методов и ЭВМ, поэтому последнее время исследование операций все чаще рассматривают как раз

дел информатики. Некоторые аспекты исследования операций излагаются в разд. 3.

Под *системотехникой* понимается широкий класс методов проектирования как технических изделий, так и систем автоматизированной обработки информации. Поскольку сфера обработки информации на ЭВМ лавинообразно расширяется, то последнее время все большее внимание привлекают методы индустриализации производства систем обработки информации. Значительный интерес представляют так называемые CASE* технологии разработки программных систем, которые применяются для:

- бизнес-анализа (решение задач стратегического планирования, управление финансами, определение политики фирмы, обучение персонала);
- разработки программного обеспечения [7].

CASE технологии охватывают все этапы жизненного цикла разработки программного обеспечения. Но для нас особый интерес представляет первый этап, на котором формируются цели системы, определяются основные требования — осуществляется постановка задачи. Именно в данном этапе разработки принимают участие руководители организации, менеджеры, бизнес-аналитики, эксперты в различных областях знания (в том числе и социологи). На этом этапе CASE предлагает своего рода технологию группового моделирования проблемы, основанную на методах структурного описания и анализа систем [7, 9]. Моделирование системы заключается в построении взаимосвязанных наборов графических диаграмм. Для построения диаграмм используются достаточно стандартизованные графические символы (визуальные языки проектирования систем), а эффективность процесса проектирования обеспечивается компьютерной поддержкой графических моделей [7].

При всей перспективности предпринимаемых в настоящее время попыток экспансии данный подход ориентирован на решение формализуемых проблем, характерных для "жестких" систем. В классификации Флада и Джексона данные системы, расположенные в первой клетке, являются "простыми" с небольшим числом элементов.

Конечно, определение простой системы нуждается в существенном уточнении. Система может иметь огромное число элементов, но оказаться простой, если все взаимодействия унифицированы и

* CASE (Computer Aided Software/System Engineering) — применение ЭВМ для проектирования систем.

система: допускает достаточно простое (лаконичное) формализованное описание; "раскладывается" на относительно простые и понимаемые части.

Во второй клетке табл. 2.1 рассматриваются тоже "жесткие" системы, но более высокой степени сложности. Для этого класса систем предложен целый ряд системных подходов, но наибольшую известность получила методология жизнеспособных систем С. Вира. Яркая личность и разнообразные дарования английского ученого во многом способствовали успеху его книг, в том числе и изданной в 1993 г. на русском языке книги "Мозг фирмы"[3].

Не будем подробно описывать теорию Вира, основанную на аналогиях между управлением организацией и функционированием нервной системы и мозга человека. Для социологов и политологов особый интерес представляет заключительная четвертая часть книги, посвященная участию С.Вира в чилийских событиях 1970- 1974 гг. В 1971 г. Вир начинает создавать жизнеспособную систему с тем, чтобы Чили принадлежало всемирное лидерство в кибернетическом регулировании экономики. Затем он разрабатывает "всенародный проект" революции в управлении страной, с помощью брошюр, листовок, плакатов и песен пытается пропагандировать "5 принципов для народов на пути к хорошему правительству" [3, с. 301].

Для повышения жизнеспособности создаваемых в Чили систем Вир активно привлекает теорию аутопоиезиса У.Матураны [3, с. 348-350]. Но, увы, массовая коррупция, происки империализма и прочие неприятности не дали реализоваться замечательным начинаниям известного английского кибернетика, зато придали его теории некий романтический ореол.

Во многом неудачи С.Вира обусловлены "жесткостью" кибернетического подхода к исследованию социальных систем. Потребовались десятилетия и усилия целого ряда выдающихся ученых, чтобы сделать на первый взгляд незначительные, а на самом деле революционные изменения в системной парадигме, позволившие найти адекватное описание социальных систем и эффективные методы их анализа.

2.2. Принципы исследования "мягких" систем

Первым обратил внимание на возможную плюралистичность картин мира участников социальных систем американский ученый У. Черчмен. Он опубликовал в 60-70-е годы пять книг, в которых постепенно осмысливалась необходимость ухода от огра-

ниченности жесткого системного подхода, не улавливающего слабоструктурированный и трудноформализуемый характер многих социальных проблем.

Черчмен формулирует четыре базовых тезиса нового подхода к изучению социальных систем:

1) системный подход начинается, когда вы первый раз смотрите на мир глазами другого;

2) системный подход показывает, что картина мира каждого индивида ужасно ограничена;

3) в системном подходе нет экспертов. (Имеется в виду, что у включенных в данную проблемную ситуацию людей могут быть разные взгляды. Могут затрагиваться вопросы морали, в которых трудно быть экспертом.);

4) системный подход — неплохая идея.

Последний тезис призван вдохновлять разработчиков проекта социальной системы. Разработка проекта требует гарантированного участия представителей всех заинтересованных сторон. Согласование их интересов — сложный процесс, который никогда не заканчивается, но усилия разработчиков не пропадут, так как системный подход позволит им прийти к верному решению.

Черчмен утверждает, что к успеху проекта ведет тщательное выполнение следующих основных принципов:

а) оппонирование — в слабоструктурированных проблемах можно разобраться, если рассматривать их с различных точек зрения;

б) участие — в процессе принятия решений должны участвовать представители всех заинтересованных сторон;

в) интегративность — в процессе обсуждения различные точки зрения должны синтезироваться на более высоком уровне, что приводит к выработке общего плана действий;

г) обучение — в результате участники процесса системного анализа начинают лучше понимать свою фирму и ее проблемы.

Методология Черчмена реализована в виде деловой игры с представителями заинтересованных сторон и достаточно полно описана в [14, 20].

Большое влияние на специалистов в области системного анализа, менеджмента, исследования операций оказали труды одного из наиболее авторитетных и плодовитых американских ученых Р. Акоффа [15-17]. Рассматривая эволюцию организаций в XX веке, Акофф приходит к выводу, что до 60-х годов социальные системы можно было рассматривать либо как "машины", служащие их создателям и собственникам, ли-

бо как "организмы", в которых цели подсистем полностью подчинены целям целого. Начиная с 60-х годов картина резко усложняется и привычные подходы становятся неадекватными. Внешняя среда становится гиперконкурентной и турбулентной. Деятельность производственных организаций диверсифицируется (одна транснациональная фирма может выпускать холодильники, телевизоры и косметику, владеть отелями, пароходами и газетами...). Происходит переход от стандартизованного производства к выпуску продукции по индивидуальным заказам. Резко возрастают объемы информации, с переработкой которой не справляются даже компьютеры. Персонал организации становится все более образованным и склонным к самостоятельному принятию решений, норовит не всегда сообщать наверх полную и достоверную информацию, более того, иногда игнорирует указания начальства. Цели подсистем все чаще не совпадают с целями системы в целом.

В этих условиях, полагает Акофф [17], модель социальной организации должна принципиально измениться, она должна стать "социосистемной". В первую очередь организация должна стать демократической — это означает, что в принятии решений, особенно касающихся вопросов планирования работы организации, должны иметь возможность участвовать все заинтересованные лица [16].

Акофф полагает, что сам процесс планирования нередко более важен, чем его результат. Если кого-то не удастся включить в число участников, то его следует привлечь в качестве консультанта, но при этом, как подчеркивает Акофф, важно соблюдать принцип добровольного участия.

Центральное место в социосистемной идеологии Акоффа занимает методология "интерактивного" планирования, включающая пять этапов:

1. Анализ состояния организации и ее проблем.
2. Разработка вариантов "идеализированного" будущего корпорации.
3. Разработка средств достижения целей. На этой стадии отбрасывается часть недостижимых вариантов, предложенных на этапе 2.
4. Распределение имеющихся ресурсов (материалов, оборудования, персонала, финансов).
5. Планирование внедрения.

Методология Акоффа предполагает:

- целостность планирования — план разрабатывается сразу для всех частей и уровней системы;
- непрерывность планирования — в плане невозможно предусмотреть все, поэтому при появлении существенных изменений необходима корректировка плана.

Ясно, что методология "интерактивного" планирования может быть применена не на уровне общества в целом, а на микроуровне для совершенствования деятельности организаций. Достаточно подробно методология изложена в вышедшей в 1981г. монографии Акоффа "Планирование будущего корпорации" (русский перевод опубликован в 1985 г. [1]).

Девиз Акоффа "планируйте или спланируют вас", а также его идеи демократического (партиципативного) управления находят на Западе все больше сторонников и все шире внедряются в практику. Отметим, что практический успех характерен для многих начинаний Акоффа (см. § 2.5).

2.3. Методология "мягких" систем П. Чекленда

Первую работу, посвященную методологии изучения "мягких" систем, английский ученый П.Чекленд опубликовал в 1972 г. С тех пор прошло более четверти века, а подход Чекленда продолжает развиваться и обогащаться новыми идеями. Парадоксальность отдельных методологических аспектов до сих пор вызывает споры среди ученых, не утихают дискуссии даже среди его сторонников. Своеобразие и перспективность выдвинутых Чеклендом идей начинает привлекать внимание специалистов из смежных отраслей науки [8], и поэтому в гл. 4 вернемся еще раз к обсуждению некоторых положений этого подхода.

Чекленд привлек внимание к двум альтернативным парадигмам, которые объясняют природу и значение системного мышления. В одном случае действительность рассматривается как системная (системы сотворены природой или человеком) и изучается систематически. В другом случае мир рассматривается как проблематичный, возможно системный, но слабоструктурированный, допускающий много интерпретаций. Реальность такого типа изучается также систематически.

Таким образом, в методологии "мягких" систем (ММС) система рассматривается не как часть реального мира, а как системно-организованный процесс его изучения. При этом системные идеи рассматриваются как потенциально полезные ввиду того, что наше

интуитивное знание мира позволяет полагать, что его элементы в значительной степени взаимосвязаны, его стабильность, непрерывные изменения могут быть изучены системно.

Чекленд разрабатывает ММС как системно-ориентированное руководство, помогающее справиться со сложностью окружающего человека реального мира, при этом подчеркивается, что проблемы, с которыми сталкивается человек, не могут быть решены раз и навсегда.

Подход Чекленда опирается на глубокий анализ различия между "жесткими" и "мягкими" системами. Как правило, системотехники и специалисты по исследованию операций применяют системный подход для того, чтобы оптимизировать функционирование систем. Задачи, которые необходимо при этом решать, в достаточной степени ясны, и основная проблема заключается в выборе наиболее эффективных решений. В "мягких" системах актеры могут иметь различные взгляды и соответственно выдвигать множество различных задач, которые, по их мнению, следует решить в данной ситуации.

Традиционное, жесткое системное мышление невольно заставляет наблюдателя искать систему в изучаемой социальной ситуации, навязывает рассмотрение социального объекта в четких системных терминах (структура — функции, цели — средства). Во многих случаях системные "шоры" могут существенно исказить реальную ситуацию. Жесткий подход оказывается неадекватным при изучении общественных явлений потому, что социальные системы в качестве активных элементов включают в себя индивидов и группы, которые имеют собственные цели, взгляды, установки, определяющие выбор решений и действий.

Чекленд вводит понятие активной системы⁹ (human activity system), в которой актеры действуют в соответствии со своей картиной мира, в рамках правил и практик, принятых в данной культуре.

Многие конфликтные ситуации могут рассматриваться как конфликт интерпретаций, сформированных различными культурами. Культура в данном случае понимается в широком смысле — как культурная система по П. Сорокину (см. гл.1). Интерпретации социальных явлений могут кардинально различаться — так одно и то же событие может восприниматься как терроризм и как

⁹ Теория активных систем развивалась рядом ученых. В частности, большой вклад в развитие этой теории внесли работы В.Н. Буркова и его коллег [4,5].



Рис. 2.1. Основные этапы методологии "мягких" систем

борьба за свободу. Совершенно по-разному видят выпуск нового товара дирекция фирмы, менеджеры, отвечающие за снабжение, производство и сбыт, и конкуренты, поставщики, потребители.

Методология "мягких" систем предназначена для выявления различных точек зрения и постепенного достижения взаимопонимания. Именно в этом состоит ее принципиальное отличие от традиционного жесткого подхода, позволяющее говорить о становлении новой системной парадигмы [18].

Чекленд трактует ММС как процесс обучения, состоящий из семи этапов (рис. 2.1).

Изучение и описание возникшей проблемной ситуации (этап 1) реализуются на этапе 2. Сбор информации осуществляется с помощью различных методик — опросов, неформальных интервью, фокус-групп, анализа документов. Собранные данные Чекленд предлагает резюмировать в виде образной схемы (rich picture), напоминающей детские рисунки (рис.2.2).

Основное достоинство этого необычного "документа" — возможность окинуть единым взглядом всю проблемную ситуацию, увидеть узкие места, несоответствия, причины конфликтов. При этом могут быть задействованы сразу все способы визуализации информации — примитивные рисунки, графики, текстовые подписи и т.д. Желательно, чтобы на образной схеме были отражены основные темы, точки зрения на возможное решение проблем, которые затем будут детализированы на последующих этапах ММС.

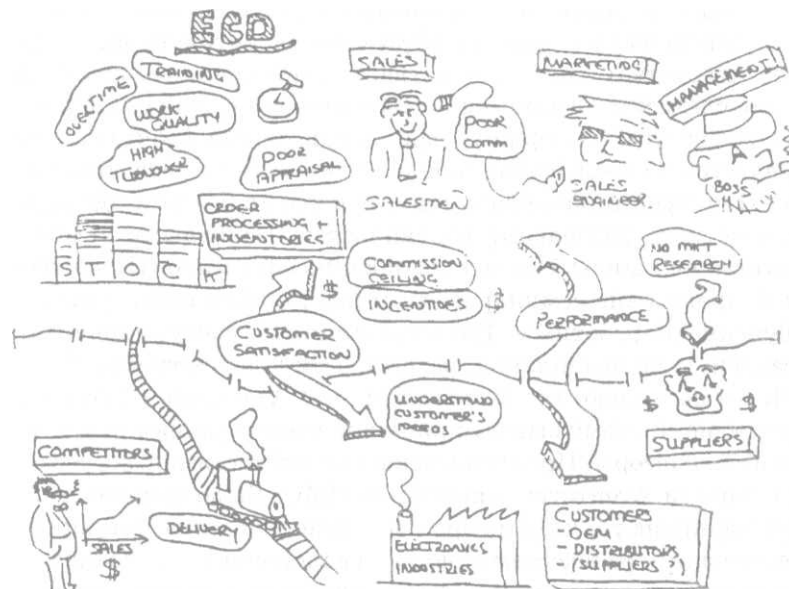


Рис. 2.2. Пример образной схемы

На наш взгляд, весьма перспективна стандартизация образных схем такого рода, разработка несложного изобразительного языка, замена часто встречающихся понятий значками, иероглифами. Значительно облегчить создание подобных схем и существенно повысить эффективность их использования могут современные технологии компьютерной графики (это, впрочем, относится и к другим этапам ММС) [11].

На этапе 3 выявленные точки зрения формулируются в виде достаточно строгих утверждений, так называемых ключевых определений (root definition). В каждом ключевом определении указывается, какой должна стать изучаемая система. В нем должны содержаться ответы на вопросы: что и почему необходимо сделать, кто это сделает, кто в результате окажется в выигрыше и кто проиграет, какие ограничения налагает окружающая среда. В ключевом определении указывается также картина мира, в которой это определение имеет смысл.

На этапе 4 для каждого ключевого определения строится своя концептуальная модель. Чтобы прояснить, что происходит на этапах 3 и 4, рассмотрим пример, взятый из [23].

В 1985 г. в графстве Винтертон (Англия) на базе местного университета было создано Агентство по развитию кооперативов (далее Агентство). Цель Агентства — повышение занятости населения с помощью создания небольших кооперативов. Деятельность Агентства поддерживалась финансовыми грантами местных властей и европейского Фонда регионального развития. Само Агентство функционировало как кооператив без строгой иерархии и четкого разделения обязанностей. Основными задачами Агентства являлись: 1) поиск желающих сформировать кооператив; 2) проведение семинаров, выставок, организация рекламы; 3) обучение безработных; 4) консультации по учету, маркетингу, составлению бизнес-планов, регистрации кооперативов.

Через несколько лет выяснилось, что Агентство работает неэффективно. К этому выводу пришли и его сотрудники, и местные власти, и спонсоры. Пришлось искать способы совершенствования деятельности Агентства с помощью ММС. Было выявлено пять точек зрения на то, каким образом можно улучшить ситуацию. В качестве примера возьмем одно из предложений — создание системы поиска кооперативов. Соответствующее ключевое определение формулируется следующим образом: "Создать в Агентстве систему поиска желающих работать в кооперативах в тех областях деятельности, где имеются благоприятные деловые возможности". Данному ключевому определению соответствует концептуальная модель, показанная на рис. 2.3.

На этапе 5 производится сравнение всех концептуальных моделей между собой и с реальным положением дел, отраженным на образной схеме. Составляются списки различий между моделями. Кроме того, для каждого элемента модели определяется, является ли данная функция новой. Если функция существует в функционирующей системе, то анализируется эффективность ее выполнения.

На этапе 6 вокруг построенных концептуальных моделей организуется дискуссия. Обсуждаются точки зрения и картины мира, на основе которых построены модели. Анализируются последствия, к которым может привести реализация моделей. При анализе допустимости этих последствий привлекаются так называемые культурные ограничения (этические, этнические, политические, экологические и другие аспекты проблемы, не учтенные ранее). Роль консультанта на этом этапе заключается не столько в проверке соответствия предлагаемых моделей системным принципам, сколько в "дирижировании" дебатами и спорами между заинтересованными сторонами. Поиск приемлемых решений осуще-



Рис. 2.3. Концептуальная модель системы

ствляется за счет углубления взаимопонимания, готовности к изменению стереотипов. При этом не ставится цель выбора лучшей модели и отбрасывания худших — вполне возможно создание некоего симбиоза.

Самое главное, что в процессе поиска приемлемого решения происходит процесс обучения и аккомодации взглядов заинтересованных сторон, без которых нельзя успешно реализовать принятые решения. Полученная модель дорабатывается и конкретизируется. На ее основе вырабатывается проект модернизации системы и формируются конкретные рекомендации.

На этапе 7 реализуются рекомендации, выработанные на предыдущей стадии, — осуществляются действия, направленные на улучшение ситуации.

Рассмотренный 7-этапный цикл может повторяться несколько раз до получения удовлетворительного результата.

Значение субъективного фактора в ММС связано с тем, что в "мягких" системах роль активных элементов играют люди, чье индивидуальное и коллективное поведение в конечном счете опреде-

ляет существенные аспекты поведения системы в целом. Ввиду того, что характер проблемной ситуации тесно связан с поведением людей, он зависит и от субъективного восприятия этой проблемной ситуации ее участниками в соответствии с их картиной мира (цели, представления, вкусы, системы ценностей).

Применяя ММС, исследователь должен не только правильно описать поведение системы, но и предсказать позицию включенного в систему человеческого фактора.

Методология "мягких" систем предполагает существенное изменение даже языка, используемого исследователем, так как применение некоторых устоявшихся терминов поневоле подсознательно привлекает ассоциируемые с этими понятиями структуры более "жесткого" научного мышления. Так, слово "проблема" уже является обязывающим и структурирующим, поэтому Чекленд заменяет его более свободным расплывчатым термином — проблемная ситуация.

Анализируя опыт применения ММС, Чекленд в [18, 19] указывает, что его подход обладает двойной системностью — это система циклического обучения, в которой используются системные модели. От моделей не требуются истинность и адекватность — они должны быть "защитимы", т.е. служить средством организации дебатов о рассматриваемой проблеме.

Цикл этапов 1-7 может повторяться, как говорилось выше, неоднократно до получения успешного результата, однако последовательность прохождения этапов не является жесткой. Иногда целесообразно возвращаться к предыдущим этапам, а также просчитывать в уме последующие. Как указывает Чекленд, по мере накопления опыта пользователь ММС может "с благодарностью отбросить часть этапов" [18, с. 53].

Чаще всего подход Чекленда критикуют за наличие демаркационной черты, отделяющей реальный мир (этапы 1, 2, 5, 6, 7) от мира системных представлений (этапы 3 и 4). Чекленд пишет, что отделение системного мира носит не принципиальный теоретический, а эвристический характер. Все этапы являются частью одного целого — процесса принятия решений¹⁰.

Методология Чекленда предназначена в основном для решения проблем на микроуровне и исходит из того, что рано или поздно заинтересованные стороны достигнут взаимопонимания. Однако для исследования социальных систем, части которых не могут прийти к согласию, требуются новые подходы.

¹⁰ В работе 1996 г. [25] от ММС осталось только четыре основных этапа (1, 4, 5, 7).

2.4. Методология критических систем В. Ульриха

Развитие теории "мягких" систем в работах Черчмена, Акоффа и Чекленда происходило в направлении все большего освобождения от ограничений жесткого системного анализа. Изложенные выше подходы позволяли найти удовлетворительные решения проблем в ситуации, когда отдельные части системы могли иметь несовпадающие цели, но согласие, выработка общей позиции возможны. Однако рассмотренные ранее методологии не работают в ситуации глубокого конфликта между частями системы или когда в социальной системе велика роль принуждения. Именно проблема принуждения становится центральной в методологии швейцарского ученого В. Ульриха [26].

В. Ульрих в разработке своей методологии опирается на идеи Ю.Хабермаса, уделяя особенно большое внимание концепции системного насилия. Не менее важную роль играет концепция "критических" систем, где критичность означает требование к тем, кто проектирует новую или модернизирует существующую социальную систему (далее проектировщики), осознать свои нормативные ценности, включая религиозные, этические, идеологические и политические установки, и самокритично оценить их возможное влияние на процесс планирования.

Кроме того, должны быть выявлены нормативные ценности всех заинтересованных сторон. Анализ нормативной составляющей обязан стать неотъемлемым элементом планирования социальных нововведений. Только так, полагает Ульрих, можно правильно оценить последствия и побочные эффекты внедряемых социальных новаций. Критический подход как бы противопоставляется часто догматическому подходу заинтересованных сторон и нередко циничному подходу экспертов.

Ульрих считает, что системный подход полезен не как теоретическая конструкция, а как практический способ решить, что именно следует сделать в конкретной ситуации. Принципы и понятия теории систем являются, по мнению Ульриха, эвристическим средством, помогающим неспециалистам формулировать свои желания и глубже понимать требования других, т.е. осуществлять не искаженную принуждением "компетентную коммуникацию".

Плодотворность коммуникаций достигается за счет освобождения дискуссий от идеологических шор и институциональных ограничений с тем, чтобы позволить лучше аргументировать свою позицию представителям заинтересованных сторон.

Методология Ульриха состоит из двух этапов. На первом этапе проектировщики заполняют анкету, состоящую из 12 вопросов. В ответах на вопросы должны быть отражены как позиции проектировщиков, так и взгляды представителей всех остальных заинтересованных сторон. Ответ на каждый вопрос является "граничным утверждением"— термин Ульриха, подчеркивающий, что внимание отвечающего концентрируется на определении границы системы и среды. Именно так, полагает Ульрих, лучше проявляется и наиболее рельефно подчеркивается несовпадение взглядов различных групп, вовлеченных в исследуемую проблему.

На втором этапе реализации данного подхода организуется обсуждение выдвинутых проектировщиками предложений. Созданные на первом этапе анкеты помогают организовать "компетентные коммуникации"— диалог между двумя типами мышления: экспертного, системного и практического, обыденного. Такого рода обсуждения должны обеспечить системную целостность проекта, всесторонность его рассмотрения и, главное, наличие необходимого уровня взаимопонимания заинтересованных сторон, без которого недостижимы практические цели реализации проекта.

Напомним, что по классификации Флада и Джексона данную методологию целесообразно применять для простых систем, состоящих из небольшого числа элементов или, вернее, типов элементов¹¹. В методологии Ульриха рассматриваются четыре типа участников:

- 1) заказчики, источники мотиваций и базовые ценности которых необходимо выявить;
- 2) лица, принимающие решения, для которых определяются распределение властных полномочий, средства контроля и источники информации;
- 3) собственно проектировщики;
- 4) "свидетели" — группы, заинтересованные в решении проблем и определяющие в конечном счете легитимность преобразований.

Для каждого типа участников формулируются три вопроса.

Рассмотрим работу методологии Ульриха на конкретном примере, взятом из [24]. В одном из пригородов Лондона в середине 80-х годов стал заметно расти уровень молодежной преступности, особенно связанной с применением холодного оружия. Полиция пыталась бороться с распространением данного вида преступле-

¹¹ Для более сложных систем (клетка 6, табл. 2.1) эффективные методологии пока не созданы.

ний с помощью профилактики — превентивных обысков молодых людей и изъятия у них ножей. Действия полиции вызвали волну протеста и обвинений в нарушении прав человека. Предварительный анализ проблемы выявил более десяти различных точек зрения на рассматриваемую проблему. Отмечалось различное отношение к проблеме у местной власти, полиции, средств массовой информации (СМИ), школ, молодежи, магазинов, торгующих оружием, и др.

Среди главных причин роста преступности назывались расовый вопрос и связанная с ним безработица. Представители расовых и национальных меньшинств утверждали, что носят оружие потому, что боятся нападения. Школы критиковались за недостаточный уровень воспитательной работы. Сами же школьники считали, что носить ножи модно и престижно. Особое удовольствие доставляла школьникам "игра" с учителями, отбирающими у детей ножи.

Полиция предлагала существенно снизить требования к "разумному подозрению" как основанию для задержания и обыска, а продажу холодного оружия запретить. Были предложения ограничить продажу игрушечного оружия в детских магазинах. Неоднозначно относились к проблеме и СМИ — для них криминальные новости являются весьма выигрышным материалом.

В этой сложной ситуации местное управление полиции предложило создать систему предупреждения преступлений, опирающуюся на широкие круги общественности. Предлагалось создать на общественных началах сеть агентств, максимально приближенных к месту жительства, школьным и молодежным учреждениям. Предотвращение преступлений должно обеспечиваться проведением профилактических мероприятий, своевременным информированием полиции.

Один из департаментов полиции в качестве заказчика предложил группе экспертов разработать проект соответствующей социальной системы. Посмотрим, как же использовалась в данном случае анкета Ульриха, состоящая из 12 вопросов.

Первые три вопроса относятся к заказчику:

1. Кто является действительным заказчиком проекта?

В данном случае заказчик — полиция города, ее главная цель — обеспечить законность и порядок на своей территории. При этом в выигрыше остается все население района. Выигрывают даже преступники, так как, совершая меньше преступлений, они будут реже оказываться за решеткой.

2. Что является действительной целью проекта?

Если первый вопрос касался декларируемых целей, то в данном случае выявляются неявные цели, реализация которых нередко ведет к непредвиденным последствиям. Так, полиция надеется, что активное включение общественности в борьбу с преступностью усилит давление на местные власти, вынуждая их принимать более жесткие законы.

Те же, кто носит оружие, полагают, что проект имеет другие цели: а) ограничение права на самооборону; б) поддержка классовой структуры общества.

3. Как оцениваются последствия реформ? Как измеряется успех?

Традиционные способы измерения — данные официальной статистики — в данном случае дают весьма искаженную картину. Полиция часто не заводит дела, а о многих случаях, не имеющих тяжких последствий, просто не знает. В данном проекте предлагалось ввести два дополнительных индикатора: число предотвращенных преступлений и удовлетворенность населения динамикой уровня преступности.

Следующие три вопроса относятся к кругу лиц, принимающих решения (ЛПР):

4. Кто является ЛПР? Кто может изменить измерение успеха?

Очевидно, что в нашем случае ЛПР являются местные власти и полиция. Однако важную роль также играют СМИ, в значительной мере влияющие на восприятие населением криминальной ситуации и деятельности полиции.

5. Какие условия успешной разработки и реализации проекта реально контролируются ЛПР?

6. Какие условия не контролируются ЛПР? Что является для ЛПР внешней средой?

В данном случае речь идет об анализе границ системы.

Вопросы 7-9 относятся к самим проектировщикам.

7. Кто в действительности разрабатывает проект?

В разработке проекта участвуют приглашенные эксперты, представители школы, церкви, но главную роль играют представители полиции.

8. Кто приглашен в группу экспертов? Каков уровень экспертизы? Какую роль в действительности играет данный эксперт? Насколько обоснованы используемые экспертами модели?

9. Каковы гарантии успеха реализации проекта?

В данном случае успех существенно зависит от общественного консенсуса.

Очень важную роль в подходе Ульриха играют последние три вопроса. Именно здесь делается попытка осознать и хотя бы частично решить проблему системного принуждения.

10. Кто включен в систему? На кого система влияет, но он не включен в систему?

В данном случае "свидетели"— это жители района. Среди них выделяются участники инцидентов, делящиеся на две группы: подвергшиеся атаке и атакующие.

11. Могут ли не включенные в систему освободить себя от экспертов и взять будущее в свои руки или они являются только средством для достижения чьих-то целей?

12. Чья "картина мира" лежит в основе проекта включенных или не включенных?

Последний вопрос обязывает проектировщиков учитывать интересы тех, кто оказался в положении доминируемых или принуждаемых. В данном примере к принуждаемым относятся те, кто является атакующей, нападающей стороной. Именно их проблемы чаще всего игнорируются в традиционных подходах.

Анкета должна заполняться в двух вариантах. В первом случае описывается, какой должна быть система с точки зрения большинства, а во втором — с точки зрения принуждаемых. Далее оба варианта сводятся в одну таблицу, где каждая ячейка относится к одному вопросу и содержит два варианта ответа на него, а также анализ взглядов участников дискуссий.

При проведении дискуссий Ульрих рекомендует:

- принимать во внимание точки зрения всех заинтересованных сторон;
- стремиться лечить не симптомы социальных недугов, а их причины;
- учитывать последствия изменений и возможные побочные эффекты;
- избавлять экспертов от излишнего догматизма, цинизма и предвзятости.

Для методологии Ульриха характерен отказ от статического анализа социальных явлений. Внимание разработчиков концентрируется на динамике процесса изменения состояния системы, прогнозировании возможных последствий.

Изложенные методологии "мягких" систем предназначены для анализа социума на микроуровне. Однако гибкость предлагаемого инструментария позволяет использовать основные идеи и принципы этого подхода для решения прикладных задач на макроуровне. В зависимости от специфики исследуемого объекта можно

изменять число этапов в методологии Чекленда. Очевидно, что можно варьировать число вопросов в анкете Ульриха. Легко модифицировать существующие методологии, но это не гарантирует достижения главной цели — успешного внедрения результатов системного анализа.

2.5. Проблемы внедрения результатов системного анализа

Внедрение — одна из наиболее сложных и трудноформализуемых стадий системного анализа. Акцентируя внимание на важности этой проблемы, Р. Акофф предложил создать самостоятельный раздел теории системного анализа, названный им "теория практики" [15]. Впрочем, теории здесь не так уж много, речь скорее идет об обобщении практического опыта. Отметим, что Акофф и возглавляемый им институт "INTERACT" имеют в своем багаже более четырехсот успешно внедренных системных разработок.

Важную роль в обеспечении успеха разработки играет правильное построение взаимоотношений заказчика и системного аналитика.

Установление доверительных отношений с заказчиком, да и с другими представителями заинтересованных сторон, по наблюдениям Акоффа, значительно облегчается, если соблюдать следующие условия:

- обе стороны могут отказаться от продолжения работы в любой момент, если одна из сторон не удовлетворена ходом работ;
- системный аналитик должен уделять достаточное время обучению персонала организации. Акофф считает, что системный аналитик, столкнувшись с социальной проблемой, должен вести себя не как врач, собирающий симптомы и выписывающий рецепты, а как учитель, который должен помочь своим ученикам освоить приемы и подходы, позволяющие в дальнейшем самостоятельно решать возникающие проблемы;
- системный аналитик не должен стремиться присвоить себе заслуги в получении положительных результатов, наоборот, он должен стараться всячески подчеркнуть заслуги других участников проекта;
- системный аналитик должен иметь доступ к нужным лицам и необходимой информации.

Отметим, что сокрытие важной информации — одна из довольно распространенных причин краха разрабатываемых проектов. По мнению Акоффа, один из способов борьбы с этим крайне нежелательным явлением — демократизация процессов

принятия решений [16]. Демократизация организации подразумевает участие в разработке всех желающих, причем их участие должно реально влиять на принимаемые решения. Акофф подчеркивает, что эффективно только добровольное участие в разработке.

Значительную роль в повышении качества принимаемых решений играет правильная организация разработки проекта, при этом особое внимание нужно уделять разбиению группы экспертов на подгруппы и организации взаимодействия этих подгрупп.

Следует иметь в виду, что принципы организации работы группы экспертов, успешно применяемые при разработке технических ("жестких") систем, в случае переноса их на социальную почву начинают давать сбой. Для сложных социальных систем не удастся даже четко выделить этапы разработки и внедрения. Дело в том, что современный период характеризуется быстрым изменением окружающей социальной среды. Из-за этих перемен, а также по внутренним причинам социальные системы также достаточно быстро изменяются, в том числе и под влиянием проводимых системных исследований.

Акофф выделяет четыре подхода к решению социальных проблем:

- 1) отказ от каких-либо действий в надежде на то, что проблема исчезнет сама собой;
- 2) поиск частичных решений, смягчающих проблемную ситуацию до приемлемого состояния;
- 3) поиск оптимальных наилучших решений;
- 4) растворение проблемы (dissolution).

Четвертый подход характерен для методологии "мягких" систем, он ориентирует на поиск таких изменений в системе и окружающей среде, при которых проблема как бы исчезает. Акофф утверждает, что именно этот подход чаще всего приводил его к успеху. Рассмотрим два примера успешного растворения проблем.

Пример 1. Завод, выпускающий разные виды оборудования, столкнулся с проблемой — резкие колебания спроса приводили к неравномерному использованию оборудования, что вынуждало администрацию то увольнять, то нанимать снова квалифицированных работников. Неустойчивость положения персонала ухудшала моральный климат, снижала производительность труда.

С помощью системного анализа проблема была "растворена" следующим образом. В качестве основного критерия функционирования предприятия была выбрана не максимизация прибыли, а равномерность загрузки оборудования. Из всей номенклатуры изделий были выделены

два вида продукции, спрос на которые менялся в противофазе (летом максимум спроса приходился на один вид продукции, а минимум — на другой; зимой ситуация была обратной). Оба вида продукции производились на однотипном оборудовании, это позволило стабилизировать персонал, улучшить моральный климат и в конечном счете повысить производительность труда [10].

Пример 2. Автобусная компания ввела надбавки за качество работы водителей и кондукторов городских автобусов. Качество работы водителей оценивалось по точности соблюдения графика движения, а кондукторов — по скорости обслуживания пассажиров. Но введенные формы поощрения привели к трудовому конфликту — в часы пик кондукторы не успевали обслужить всех пассажиров и задерживали отправление, что срывало график движения. Первое время руководство компании старалось не замечать конфликт, но проблема не исчезла. Не помогла и попытка перераспределить надбавки между работниками, рост враждебности между сторонами конфликта не позволял прийти к разумному компромиссу.

Проблему удалось "растворить" системному аналитику, который предложил в часы пик снимать кондукторов с автобусов и закреплять их за остановками. Теперь кондукторы продавали билеты до прихода автобуса, успевали проверять билеты у выходящих и вовремя подавали сигнал отправления. После того как часы пик заканчивались, кондукторы возвращались в автобусы. Внедрение этой необычной схемы организации производственного процесса позволило разрешить казавшуюся тупиковой проблемную ситуацию [23].

Естественно возникает вопрос, как Акоффу и его сотрудникам удастся найти столь неординарные и эффективные решения практических проблем? Конечно, необходим талант исследователя, но не менее важную роль играет владение определенными приемами и навыками решения задач. Отметим, что Акофф является признанным специалистом в области исследования операций, а без знаний в этой области трудно успешно решать проблемы совершенствования управления и организации производственных процессов.

♦♦♦

Популярные в 60-70-х годах подходы к изучению социальных систем, основанные на принципах инженерного, жесткого системного анализа, нередко заканчивались неудачей. Растущее разочарование в прикладных возможностях теории систем побудило многих ученых к отходу от системной парадигмы. Популярным стал тезис "системная эра закончилась". Однако развитие Черчменом, Акоффом, Чеклендом, Ульрихом и рядом других ученых прикладных ме-

тодологий, опирающихся на принципы исследования "мягких" систем, коренным образом изменило ситуацию.

Предложенная Фладом и Джексонем концепция интеграции разрозненных системных методологий безусловно будет еще больше способствовать распространению системных идей — "тотальной системной интервенции".

Идеи ММС широко используются в управленческом консультировании, теории управления (менеджмента), в социологии организаций и социологии управления. В соответствующей литературе можно найти много дополнительных сведений и практических приемов [1-3, 12, 13].

Принимая участие в решении практических проблем, социолог берет на себя немалую ответственность. Знаниям социолога должны доверять все участники процесса принятия решений, да и он сам должен быть уверен, что выработанные с его помощью рекомендации действительно помогут разрешить имеющиеся проблемы и не приведут к нежелательным, непредвиденным последствиям. Необходимую уверенность социологу может дать только знание теории динамики социальных процессов, основные проблемы которой будут рассмотрены в гл. 5-10.

Внимательный анализ изложенного в данной главе материала показывает, что красной нитью через все методологии "мягких" систем проходят требования учета мнений всех заинтересованных сторон. Действительно, взгляды, точки зрения, картины мира могут различаться. Заметим, что все перечисленные выше понятия как-то связаны со зрительным восприятием, но остаются при этом умозрительными конструкциями. Ясно, что взаимопонимание — понимание различий картин мира можно существенно облегчить и углубить, если удастся их визуализировать — представить в простой и наглядной форме.

Не менее актуален для методологии "мягких" систем акцент на изменение устоявшихся стереотипов, преодоление барьеров, мешающих творческому мышлению, использование эвристик для усиления креативности мышления.

Все эти чрезвычайно важные для изучения "мягких" систем вопросы будут рассмотрены в следующей главе.

Задачи и упражнения

1. В чем состоят основные отличия жесткого и мягкого системных подходов?

2. В достаточной ли мере в вашем вузе реализованы принципы демократического управления Акоффа?

3. Системный анализ можно рассматривать как процесс обучения. Попробуйте применить системные методологии для анализа и совершенствования процесса вашего обучения.

4. Помогает ли методология "мягких" систем в борьбе с "тиранией" экспертов?

5. Методологии "мягких" систем ориентированы на процесс демократизации принимаемых решений. Ряд специалистов полагает, что принятие эффективных решений требует более высокого уровня конфиденциальности и даже секретности информации. Какая из двух тенденций, по вашему мнению, преобладает в настоящее время?

6. Чем различаются мир системных представлений и реальный мир в методологии Чекленда?

7. Какие типы моделей используются в методологии Чекленда?

8. Проанализируйте примеры растворения Акоффом двух практических проблем. Попробуйте найти для этих проблем другие варианты решения.

9. В § 2.3 приведен пример создания Агентства по развитию кооперативов. Попробуйте "раскрутить" подобный проект в своем городе.

10. Проблемы роста преступности в Лондоне, рассмотренные в § 2.4, могут оказаться актуальными в любой стране. Целесообразно ли использовать предложенные рекомендации для борьбы с отечественной преступностью?

Литература

1. **Акофф Р.** Планирование будущего корпорации. М., 1985.
2. **Бенвенисте Г.** Овладение политикой планирования М., 1994.
3. **Бир С.** Мозг фирмы. М.: Радио и связь, 1993.
4. **Бурков В.Н., Ириков В.К.** Модели и методы управления организационными системами. М.: Наука, 1994.
5. **Бурков В.Н., Кондратьев В.В.** Механизмы функционирования организационных систем. М., 1981.
6. Исследование операций. Методологические основы и математические методы: В 2-х т. /Под ред. Дж. Моудера и С. Элмаграби. М.: Мир, 1981.
7. **Кальянов Т.К.** CASE-структурный системный анализ. М., 1996.
8. **Ларичев О.И., Мошкович Е.М.** Качественные методы принятия решений. М.: Наука, 1996.
9. **Марка Д.А., Мак-Гоуэн К.Л.** Методология структурного анализа и проектирования. М., 1993.
10. **Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П.** Введение в системный анализ. М., 1989.
11. **Плотинский Ю.М.** Визуализация информации. М., 1994.

12. Слепенков И.М., Аверин Ю.П. Основы теории социального управления. М., 1990.
13. Управленческое консультирование: В 2-х т. М., 1992.
14. Черчмен У., Акофф Р., Арноф Л. Введение в исследование операций. М., 1977.
15. Ackoff R.L. A Theory of Practice in the Social Systems Sciences. ПАСА. Laxenberg, 6-7 nov., 1986.
16. Ackoff R.L. The Democratic Corporation. N.Y.: Oxford Univ. Press, 1994.
17. Ackoff R.L., Gharajedathi J. Reflection on Systems and their Models / / Systems Research. 1996. Vol. 13. №1. P. 13-23.
18. Checkland P. The Emergent Properties of SSM in Use: A Symposium by Reflective Practitioners// Systemic Practice and Action Research. Vol. 13. № 6. 2000. P.799-823.
19. Checkland P.B. Scholes I. Soft Systems Methodology in Action. Chichester: Wiley, 1990.
20. Cherchman C.W. The systems approach and its enemies. N.Y.: Basic Books, 1979.
21. Flood R. A Brief Review of Peter B. Checkland's Contribution to Systemic Thinking // Systemic Practice and Action Research. Vol. 13. № 6. 2000. P.723-731.
22. Flood R.L. Total Systems Intervention (TSI): a Reconstitution // J. of the Operational Res. Soc. 1995. Vol. 46. № 2. P. 174-191.
23. Flood R.L., Jackson M.C. Creative Problem Solving. Total Systems Intervention. Chichester: Wiley, 1991.
24. Flood R.L., Jackson M.C. Critical Systems Heuristics: Application of an Emancipatory Approach for Police Strategy Toward the Carrying of Offensive Weapons// Systems Practice. 1991. Vol. 4. № 4. P. 283-302.
25. Tsouvalis C., Checkland P. Reflecting on SSM: The Divining Line Between "Real World" and "Systems Thinking World"// Systems Research. 1996. Vol. 13. №1. P. 35-45.
26. Ulrich W. Critical Heuristics of Social Systems Design, Berne: Hauptf, 1983.

Глава 3. Основные принципы когнитивного подхода

3.1. История развития когнитивного подхода

Под *когнитивный подходом* понимается решение традиционных для данной науки проблем методами, учитывающими когнитивные аспекты, в которые включаются процессы восприятия, мышления, познания, объяснения и понимания. Когнитивный подход в любой предметной области акцентирует внимание на "знаниях", вернее, на процессах их пред-

ставления, хранения, обработки, интерпретации и производстве новых знаний.

Когнитивный подход имеет десятки ракурсов. Большое внимание уделяется вопросам понимания естественного языка, компьютерного перевода, проблемам компьютеризации общества и теории искусственного интеллекта.

Необходим ли когнитивный подход социологии? Отложим ответ на этот довольно запутанный теоретический вопрос до заключительного параграфа данной главы, а пока рассмотрим требования практики, точнее, вопросы повышения эффективности прикладных методов исследования социальных систем, изложенных в гл. 2. По мнению авторов этих методов, их эффективность напрямую зависит от того, удастся ли достичь взаимопонимания между участниками проблемных ситуаций, согласовать различные точки зрения, стимулировать творческий подход к возникающим проблемам.

Когнитивный подход может рассматриваться как трамплин, позволяющий преодолеть невидимые барьеры, которые нередко возникают между людьми, говорящими и мыслящими на разных языках.

Основная цель данной главы — применение когнитивного подхода для решения проблем, значимых для социальных систем, причем не только социальных проблем в узком смысле, но также широкого спектра организационных, производственных, экологических и других комплексных проблем, имеющих неотъемлемую социальную составляющую.

Чтобы стала ясной необходимость использования когнитивного инструментария для решения сложных социальных проблем, нам придется начать с краткого экскурса в историю развития когнитивного подхода и его основных принципов.

Когнитивные проблемы — восприятие, познание и понимание действительности — волновали философов и психологов во все времена. Но начавшееся после второй мировой войны бурное развитие кибернетики и вычислительной техники, появление в 50-е годы первых "думающих" машин, пытающихся решать логические задачи, играть в шахматы, понимать устную и письменную речь, переводить ее на другие языки, вынудили по-новому взглянуть на процессы мышления, познания и понимания. В середине 50-х годов в центре внимания оказался феномен знания и связанные с ним проблемы получения, хранения, обработки и репрезентации знаний как в голове человека, так и в компьютерной системе. Психологи вынуждены были пересмотреть свои взгляды на восприятие,

память, воображение, рассматривая их сквозь призму компьютерной метафоры деятельности мозга — устройства по переработке и хранению информации.

Историки полагают, что в 50-60-е годы в науке произошла когнитивная революция — смена научной парадигмы по Т.Куну. Как писал в 1991 г. известный специалист по теории искусственного интеллекта и когнитивной лингвистике Н.Хомский, "Когнитивная революция относится к состояниям разума/мозга и тому, как они обуславливают поведение человека, особенно — когнитивным состояниям: состояниям знания, понимания, интерпретаций, верований и т.п. Подход к человеческому мышлению и поступкам в этих терминах делает психологию и такой ее раздел, как лингвистика, частью естественных наук, занимающихся природой человека и ее проявлениями и в первую очередь — мозгом" [цит. по: 17, с.71].

Впервые центр когнитивных исследований был создан в Гарварде в 1960 г. К этой дате относят зарождение когнитивной науки (когнитологии) — междисциплинарного научного направления, объединяющего философию (теория познания), когнитивную психологию, нейрофизиологию, антропологию, лингвистику и теорию искусственного интеллекта. Г. Гарднер предложил схему взаимосвязей внутри когнитивной науки, приведенную на рис. 3.1 (сильные связи — сплошные линии, слабые — штриховые).

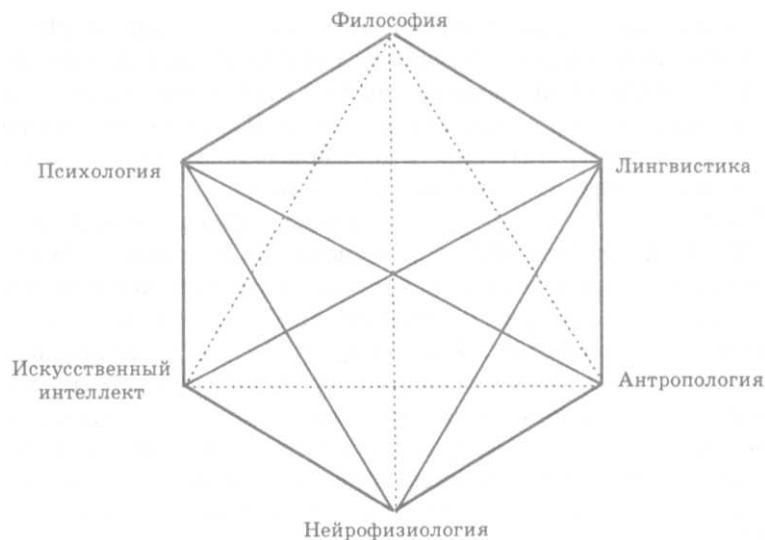


Рис. 3.1. Структура когнитологии

Локомотивом когнитивного содружества, конечно, является теория искусственного интеллекта — ведь за ней стоят стремительно развивающиеся отрасли промышленности, связанные с производством компьютеров и электроники, развитием сети телекоммуникаций. Поэтому в когнитологии доминирует технологический подход к изучению знаний, а критерием качества когнитивных теорий является практическая реализация. Теория искусственного интеллекта в когнитологии понимается весьма широко и включает в себя теорию информации, теорию принятия решений и в последнее время — теоретическую информатику. Развитие методов искусственного интеллекта являлось одним из условий создания пятого поколения ЭВМ. Однако период эйфории от успехов искусственного интеллекта, создания экспертных систем, полностью заменяющих человека в решении практических задач, в основном завершился, и в настоящее время ставятся более реалистические задачи — обеспечение технологического синтеза интеллектуальных возможностей человека и ЭВМ, разработка интерактивных систем визуализации информации, систем поддержки принятия решений [39, 51, 52].

Благотворное воздействие теории искусственного интеллекта испытали все науки, собравшиеся под когнитивным "зонтиком", но наибольший выигрыш получила психология. Как указывает психолог Роберт Солсо, "между искусственным интеллектом и когнитивной психологией установились своего рода симбиотические отношения, где каждый выигрывает от развития другого. Ибо для того чтобы искусственным образом сделать точную копию человеческого восприятия, памяти, языка и мышления, нужно знать, как эти процессы происходят у человека. И в то же время развитие искусственного интеллекта дает новые возможности к пониманию человеческого познания" [29, с. 496].

Вышедшее в 1996 г. на русском языке учебное пособие Р.Солсо "Когнитивная психология" достаточно полно освещает теоретические и прикладные аспекты данного научного направления, датой рождения которого принято считать 1967 г.— в этом году была опубликована монография У.Найссера (U.Neisser), озаглавившего свою книгу аналогичным образом [54]. За 30 лет стремительного развития когнитивная психология стала ведущим направлением психологии, а ее исследовательская методология распространилась практически на все предметные области — от нейролингвистики до классических исследований психических процессов и личности [6].

Последнее время психологи говорят уже о второй когнитивной революции, считая, что компьютерной метафоры мозга недостаточно и необходим комплексный анализ деятельности человека, когнитивный анализ эмоций, настроений. Преобладавшая в 70-80-е годы ориентация когнитологии на изучение реакций изолированных субъектов явно недооценивала роль социальных факторов. Вторая когнитивная революция возвращает психологию к анализу действий "активных индивидов или групп, которые с помощью материальных или символических средств решают все виды задач в соответствии с локальными стандартами корректности" [32, с. 4].

Когнитивная парадигма захватила не только психологию, но и лингвистику [17], осуществляет стремительную экспансию в педагогике, истории [1,9]. Следует иметь в виду, что популярность когнитивного подхода обусловлена не только глубиной и новизной идей, но и практическими успехами когнитологии — в промышленности, медицине, экономике реально действуют несколько тысяч экспертных систем, а элементы искусственного интеллекта используются практически во всех современных программных комплексах и, конечно, в обучающих системах.

"Не повезло" студентам-политологам. Уже разработан и действует ряд экспертных систем в области политологии (см. обзор в [14]). Ясно, что полностью полагаться на судьбоносные решения электронного оракула нельзя. Вдруг он предложит начать войну, да еще атомную. Политологам придется проверять путь рассуждений и обоснованность выводов, полученных экспертной системой, что требует знаний основ теории искусственного интеллекта. К счастью, на русском языке имеется достаточно много литературы по данной тематике [5, 19, 23].

Значительно легче студентам-социологам. Экспертные системы в социальной сфере практически не применяются. Специалисты затрудняются назвать единственную причину подобного положения дел: одни полагают, что такие системы не нужны практике, другие считают, что нет экспертов, а конкуренты утверждают, что не существует социологических знаний.

Действительно, ответ на вопрос, что такое социологическое знание, совсем не прост. Наиболее часто встречающийся ответ выглядит примерно так: социологическими знаниями являются все 10 000 книг по социологии, начиная с О.Конта, плюс несколько миллионов статей, опубликованных в социологических журналах. Когнитологов подобный ответ удовлетворить не может. Дело в том, что для когнитологии характерен упрощенный, инженерный, технологичес-

кий подход к знаниям. Извлечением знаний из экспертов занимается инженер по знаниям (когнитолог, аналитик).

Что же такое "знание"? С точки зрения специалистов по инженерии знаний достаточно следующего определения: "Знание — это основные закономерности предметной области, позволяющие человеку решать конкретные производственные, научные и другие задачи, т.е. факты, понятия, взаимосвязи, оценки, правила, эвристики (иначе фактические знания), а также стратегии принятия решений в этой области (иначе стратегические знания)" [5, с. 9].

Наиболее распространено деление знаний на *декларативные* (знание — что) и *процедурные* (знание — как). Декларативное знание относится к знанию теоретического типа и предполагает умение объяснить, почему что-либо происходит. Процедурное знание является практическим знанием и означает какие-либо умения, навыки. Например, можно хорошо ездить на велосипеде, но не уметь научить кого-либо и не знать устройства велосипеда. Казалось бы, декларативное знание предполагает и владение практическими навыками. То, что это далеко не всегда верно, следует из примера, который любят приводить американские когнитологи: прекрасные профессора экономики, начав практическую деятельность на рынке, моментально разоряются и, наоборот, преуспевающие бизнесмены, пытаясь передать свой опыт молодежи, не могут внятно прочитать ни одной лекции.

Процедурные знания в свою очередь могут быть:

- инструктивными (знание рецептов приготовления пищи, инструкций к бытовым приборам и т.д.);
- ситуационными (умение действовать в конкретных ситуациях).

Последние годы внимание ученых привлек третий тип знания, которые Шоттер назвал знанием "изнутри" — знание культуры данной социальной системы. Такие знания могут носить неявный характер, недоступный "непосвященным".

Как же хранятся знания в голове человека? Когнитологи делят системы представления знаний на три основных типа: системы правил, семантические сети и структуры отношений.

Модели репрезентации знаний первого типа включают понятия и процедуры, закодированные в виде правил типа условие — действие. Правила могут использоваться для определения категориальной принадлежности объектов и для предсказания того, как члены категории будут меняться в ответ на какие-либо воздействия. Модели этого типа чаще всего применяются в промышленных экспертных системах.

В моделях семантической организации знаний предполагается, что понятия существуют в памяти как независимые единицы, связанные сложной сетью связей (род — вид, часть — целое, логические и функциональные связи).

Среди структур отношений — третий тип представления знаний — наиболее популярна теория фреймов М.Минского, в которой предполагается, что "человек, пытаясь познать новую для себя ситуацию или по-новому взглянуть на уже привычные вещи, выбирает из своей памяти некоторую структуру данных (образ, прототип), называемую фреймом, с таким расчетом, чтобы путем изменения в ней отдельных деталей (слотов) сделать ее пригодной для понимания более широкого класса явлений или процессов" [21, с. 8].

Для обозначения организованных единиц стереотипной информации, которые создаются людьми в типовых ситуациях, Р.Шенк ввел понятие *скрипта*. В виде скриптов в памяти хранятся стандартные последовательности действий, а также "общепринятые" последовательности причинных связей [13, 37, 38].

3.2. Когнитивные карты

Когнитивные карты относятся к тому же классу систем представления знаний, что и фреймы. Интересно, что данный термин появился задолго до возникновения когнитологии в работе выдающегося американского психолога, представителя необихевиоризма Э.Толмена "Когнитивные карты у крыс и человека" (1948). Анализируя поведение крыс в лабиринте, Толмен пришел к выводу, что в результате беганья по лабиринту у крысы формируется особая структура, которую можно назвать когнитивной картой окружающей обстановки. "И именно эта примерная карта, указывающая пути (маршруты) и линии поведения и взаимосвязи элементов окружающей среды, окончательно определяет, какие именно ответные реакции, если вообще они имеются, будет в конечном счете осуществлять животное" [31, с. 67].

Толмен предположил, что когнитивные карты определяют также поведение людей, и призывал к "расширению" когнитивных карт как к средству борьбы с избытком агрессивности — только так, по его мнению, можно научить людей адекватно ориентироваться в решении жизненных проблем.

Таким образом, когнитивную карту можно понимать как схематичное, упрощенное описание картины мира индивида, точнее ее фрагмента, относящегося к данной проблемной ситуации.

Психологи последнее время используют этот термин в узком смысле, только для описания пространственных отношений. Представляется, что термин "когнитивная карта" значительно теснее связан с общепринятым пониманием картины мира, чем введенные лингвистами понятия "фрейм" и "скрипт". Поэтому в дальнейшем будем использовать термин "когнитивная карта" в широком смысле, как это предусмотрено Толменом и принято в прикладных исследованиях.

Так что же, дату рождения когнитивного подхода следует отнести к 1948 г.? Нет, дело в том, что на творчество Толмена значительное влияние оказали идеи гештальтпсихологов, и именно в их работах следует искать истоки когнитивизма.

Один из основателей гештальтпсихологии выдающийся немецкий психолог М. Вертгеймер выдвинул целый ряд революционных для своего времени идей, которые были осознаны другими исследователями спустя десятилетия, а некоторые идеи входят в научный оборот только в последние годы. Во вступительной статье к классической монографии Вертгеймера В.П. Зинченко отмечает: "Из описаний продуктивного мышления Вертгеймера следует, что главным в этом процессе являются не столько операционально-технические процедуры, направленные на решение уже сформулированной задачи, сколько сама формулировка задачи, постановка проблемы. Именно на этой стороне мыслительного процесса должно быть сконцентрировано внимание исследователей. К этому только сейчас приходят специалисты в области информатики и искусственного интеллекта. Наиболее проницательные из них начинают осознавать, что будущие системы искусственного интеллекта смогут решать любые проблемы, но не смогут их ставить. Постановка проблем — это прерогатива человека... Книга Вертгеймера, несомненно, поможет если и не преодолеть компьютерные метафоры в психологии и когнитивные метафоры в информатике, то во всяком случае существенно обогатить их содержание" [4, с. 25].

В заключении своей монографии М. Вертгеймер приводит ряд обобщающих положений, подытоживающих проведенные им исследования продуктивного мышления. Как утверждает Вертгеймер, анализ проблем, ситуаций требует не просто частичных, фрагментарных фактических истин, необходима структурная истина. Соответственно продуктивное мышление заключается "...в усмотрении, осознании структурных особенностей и структурных требований, в действиях... в направлении улучшения ее структуры" [4, с. 270].

Здесь делается акцент на то, что неясные места, пробелы, нарушения следует рассматривать в соответствии с их местом и функцией в структуре проблемной ситуации. Основными операциями в продуктивном мышлении являются структурные группировки, изоляция, центрирование, при этом следует четко фиксировать изменения в динамической структуре. Отмечается также роль структурной транспонируемости и структурной иерархии.

Вертгеймер считает необходимым структурное понимание проблем, ситуаций. "При этом трансформация структуры часто взрывает и совершенно меняет прежнее видение проблемной ситуации. Короче говоря, дело в том, что в продуктивных процессах структурные основания становятся действующими причинами" [4, с. 270]. Переход на новую точку зрения осуществляется внезапно, в результате озарения — инсайта.

В монографии М. Вертгеймера отмечается роль теории графов в анализе структур (структура является также графом), подчеркивается важность процесса переструктурирования графов, т.е. ставится проблема визуализации информации.

Специалисты по когнитивной психологии [10, 12] считают, что каузальная (причинная) схема рисует путь размышлений человека о возможных причинах в связи с данным следствием. Это обеспечивает человека средствами делать причинные атрибуции на основе ограниченной информации. Допускается также, что у каждого человека есть некий репертуар мыслительных моделей для анализа причин (множество каузальных схем).

Как показывают результаты исследований, выполненных в рамках когнитологии [28], человеческий ум для понимания проблем использует "универсальные объяснительные схемы, или когнитивные клише". Яркий пример универсальной объяснительной схемы — распространенный способ отношений к любым взаимодействиям с партнером, как в шахматной игре. Это готовая схема для понимания ситуаций, невольно навязывающих отношения конфронтации (один выигрывает, другой проигрывает или ничья), при этом обычно забывают, что возможны другие способы поведения: кооперативные действия, переговоры, при которых обе стороны остаются в выигрыше.

В.М.Сергеев отмечает, что в эпоху Великой французской революции важным элементом революционной политической культуры стала универсальная объяснительная схема, согласно которой трудности и неудачи являются результатом козней врагов революции [28].

Когнитивные клише — жесткое знание, являющееся коллективным социальным продуктом мышления. Одной из основ-

ных проблем когнитологии является выяснение того, каким образом формируются универсальные объяснительные схемы. В настоящее время считается, что этот процесс происходит в результате последовательного применения специальных процедур, удостоверяющих знания, из которых важнейшие — это метафоры (например, "метафора шахмат"), а также использования примеров, поскольку метафоры, не разъясненные примерами, повисают в воздухе [28].

Когнитивная карта может быть визуализирована в виде множества вершин, каждая из которых соответствует одному фактору или элементу картины мира индивида. Дуга, связывающая вершины А и В, соответствует причинно-следственной связи А → В, где А — причина, В — следствие.

Связь А→В называется положительной (знак «+»), если увеличение А ведет к увеличению (усилению) В, а уменьшение А ведет к уменьшению В при прочих равных условиях. Знак «-» над дугой А→В означает, что связь отрицательная, т.е. при прочих равных условиях увеличение А приводит к уменьшению (торможению) В и уменьшение А ведет к увеличению В.

В качестве примера когнитивной карты рассмотрим представления человека, находящегося в депрессии (рис. 3.2).

Приведенная на рис. 3.2 картина мира позволяет анализировать динамику развития депрессии. Предположим, что самооценка больного по каким-то причинам снизилась. Это ведет к усилению депрессии (связь имеет отрицательный знак). Усиление депрессии снижает возможность справиться самостоятельно, следовательно, увеличивается потребность в посторонней помощи, что в свою очередь еще больше снижает самооценку. Процесс повторяется снова и снова. Дела явно движутся в нежелательном направлении. Чтобы найти выход из казавшейся бы безвыходной ситуации, необходимо скорректировать картину мира. Следует убедить больного в том, что помощь других свидетельствует о любви к нему друзей и родственников, поэтому эта по-



Рис. 3.2. Фрагмент когнитивной карты депрессии [61]

мощь должна повышать его самооценку, а знак соответствующей причинной связи становится положительным. В этом случае рассмотренная выше петля дает надежду, что со временем ситуация выровняется — случайное снижение самооценки благодаря действию петли будет компенсировано.

Когнитивные карты могут быть полезным инструментом для формирования и уточнения гипотезы о функционировании исследуемого объекта, рассматриваемого как сложная система. Для того чтобы понять и проанализировать поведение сложной системы, целесообразно построить структурную схему причинно-следственных связей.

Рассмотрим пример когнитивной карты для анализа проблемы потребления электроэнергии в регионе (рис. 3.3).

Ф. Робертс [26] считает, что исследуемую проблему достаточно полно можно описать семью факторами F, J, P, Q, R, C, U. Дугами на рис. 3.3 отмечены существенные причинно-следственные отношения, влиянием остальных можно пренебречь.

Дуга (Q, P) имеет знак «+», так как улучшение окружающей среды ведет к увеличению числа жителей, а ухудшение состояния окружающей среды вызывает отток населения. Дуга (U, Q) имеет знак «-», так как увеличение потребления энергии ухудшает состояние окружающей среды, а уменьшение потребления энергии благотворно сказывается на ее состоянии. Дуга (P, U) имеет знак «+» ввиду того, что рост числа жителей

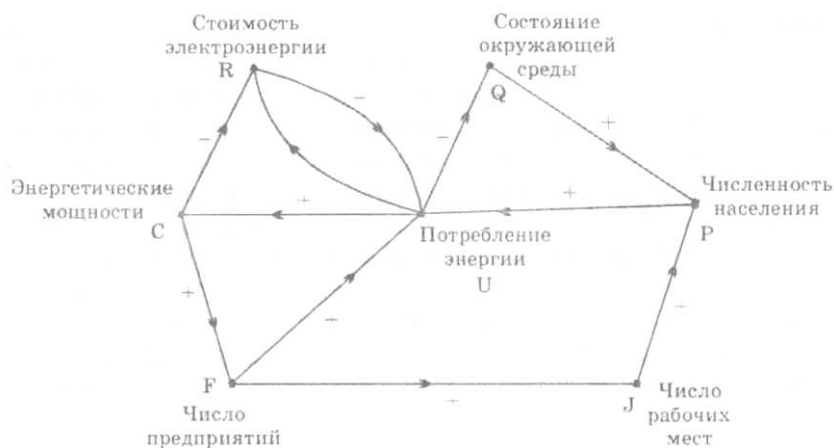


Рис. 3.3. Когнитивная карта для анализа проблемы потребления электроэнергии

вызывает увеличение потребления энергии и, наоборот, уменьшение населения приводит к падению потребления энергии.

Рассмотрим взаимодействие факторов в контуре P, U, Q, P. Предположим, что численность населения возросла. Это приведет к увеличению потребления энергии и, следовательно, ухудшит состояние окружающей среды, что в свою очередь приведет к уменьшению числа жителей. Таким образом, влияние импульса в вершине P будет компенсироваться действием контура P, U, Q, P, и поведение системы стабилизируется. Три фактора P, U, Q образуют контур, противодействующий отклонению.

В контуре U, C, F все дуги со знаком «+», и легко видеть, что увеличение (уменьшение) любой переменной в этом контуре будет усилено.

Контуры¹² в когнитивной карте соответствуют контурам обратной связи (см. § 1.2). Контур, усиливающий отклонение, является контуром положительной обратной связи, а контур, противодействующий отклонению, — контуром отрицательной обратной связи. Японский ученый М. Маруяма назвал эти контуры соответственно *морфогенетическими* и *гомеостатическими* [49]. В этой же работе Маруяма доказал, что контур усиливает отклонение тогда и только тогда, когда он содержит четное число отрицательных дуг или не содержит их совсем, в противном случае это контур, противодействующий отклонению. Действительно, в случае четного числа отрицательных дуг противодействие отклонению будет само встречать противодействие. Если число отрицательных дуг нечетно, то последнее противодействие отклонению не встречает противодействия.

Данная схема анализа в основном соответствует интуитивным представлениям о причинности. Ясно, что взаимодействие двух факторов А и В может подчиняться более сложным закономерностям, но в этом случае для описания исследуемого процесса следует использовать языки функциональных взаимосвязей.

Опыт использования когнитивных карт показывает, что исследователь часто чрезмерно упрощает ситуацию из-за ограниченных когнитивных возможностей, трудностей одновременного учета большого числа факторов, их динамического взаимодействия. М. Вертгеймер писал [4], что исследователю часто не хватает широты видения в сложных ситуациях, включающих несколько подпроб-

12 На математическом языке когнитивная карта называется знаковым ориентированным графом. Под контуром в графе понимается замкнутый ориентированный путь, все вершины которого различны.

лем, теряется понимание целого, сам собой навязывается узкий взгляд на проблему.

В монографии Д.Хейса [33], посвященной причинному анализу, подчеркивается, что лишь немногие интересные явления в общественных науках зависят только от одной причины. Общественные явления обычно включают в себя много различных событий, тенденций, определяемых несколькими факторами, причем каждый в свою очередь влияет на некоторое число других факторов. Образуются сети причинных отношений, т.е. причинность носит системный характер. Причинная обусловленность порождает модель социальных явлений, а изучение моделей обеспечивает углубление понимания причинных отношений, которые их порождали.

Анализируя свои и чужие когнитивные карты, исследователь может быстро углубить понимание проблемы, улучшить качество и обоснованность принимаемых решений. Кроме того, когнитивная карта является удобным средством для изменения устоявшихся стереотипов, способствует генерации новых точек зрения. Так, в работе М. Маруямы [50] приводится пример ошибочного убеждения (когнитивного клише), что торговля двух стран является игрой с нулевой суммой. Если один партнер выигрывает, то другой столько же проигрывает. Это убеждение является психологической подоплекой войны ограничений на ввоз товаров (импорт).

Для страны, имеющей дефицит в торговле с другой страной, на первый взгляд есть два равноценных способа улучшить торговый баланс: сократить импорт и увеличить экспорт. Однако война ограничений ведет к отрицательному суммарному эффекту: из-за сокращения оборота капитала между двумя государствами, увеличения безработицы теряют обе стороны. Напротив, взаимная экспортная экспансия увеличивает скорость циркуляции капитала и дает положительный эффект для обоих государств.

Когнитивная карта особенно полезна для анализа действия трудно формализуемых факторов, измерение которых часто является очень сложной проблемой. Так, в работе Р.Аксельрода [58] исследуются когнитивные карты экспертов Британского комитета по делам Востока, при этом учитываются такие факторы, как наличие согласия в обществе, степень британского вмешательства, устранение прогрессивных руководителей, степень беспорядков, влияние племенных отношений и т.д. Пример такой карты (рис. 3.4) приведен в монографии Ф.С.Робертса [26].

В этой же книге рассматриваются около 20 когнитивных карт, в основном связанных с проблемами экологии и потребления энер-



Рис. 3.4. Когнитивная карта эксперта по британской политике в Персии 1918 г.

Обозначения: знак «+» — положительное отношение, знак «-» — отрицательное, ноль — безразличное (нет отношения), знак Ф — безразличное или положительное, знак ⊕ — безразличное или отрицательное (Axelrod [1971]); AA — политика, основанная на полном уходе Великобритании из Персии; AB — отход войск из северо-западных районов; AC — вероятность серьезных волнений в северо-западных районах; AD — степень беспорядков; AE — присутствие Бахтияри; AF — сохранение роли англо-персидской нефтяной компании; AG — наличие телеграфной связи; AH — вероятность участия в проблемах Персии большевиков; AI — симпатии населения Персии к большевикам; AJ — степень безопасности в Персии; AK — вымогательство в торговых караванах; AL — влияние племенных отношений; AM — устранение прогрессивных руководителей; AN — реальная власть руководителей Персии; AO — учреждение конституции Персии; AP — слабость шахского семейства; AQ — способность правительства Персии поддерживать порядок; AR — отсутствие прогрессивных элементов в партиях Персии (= нет прогрессивных элементов); AS — возможность контроля прогрессивных элементов близкими; AT — сила прогрессивных элементов; AU — политическое примирение с Персией; AV — отмена договора с Россией 1907 г.; AW — пересмотр таможенных тарифов; AX — наличие согласия в обществе; AY — степень готовности Персии идти путем независимого развития; AZ — степень британского вмешательства в дела Персии; BA — современная политика вмешательства в дела Персии; BB — возможность персов непрерывно получать небольшие субсидии; BC — величина долга Персии Великобритании; BD — способность Великобритании оказывать на Персию давление.

гии. Для социологов, безусловно, будет полезно познакомиться с приведенными в ней когнитивными картами: «Наука и общество», «Система здравоохранения», «Кадровая политика на морском флоте».

Английский ученый К.Иден предложил использовать когнитивные карты для коллективной выработки и принятия решений [41]. Толчок к построению теории дало ему чтение известной работы Келли о психологии персональных конструктов [12]. Иден подчеркивает важность положений Келли о том, что эффективность взаимодействия в группе лиц, занимающихся принятием решений, существенно зависит от того, насколько каждый участник понимает способы интерпретации ситуаций другими членами группы. Важную роль в получении консенсуса играют достижение членами группы единства в способе конструирования будущих событий, процессы "усиления понимания", "изменения символов", выявления новых точек зрения. Необходим инструмент для фиксации и анализа резонов, мнений, которые часто основываются на опыте и интуиции экспертов. Важно при этом уметь записывать противоречивые точки зрения экспертов без потери богатства аргументации. Когнитивная карта дает возможность проследить взаимосвязи между будущим, настоящим и прошлым изучаемого процесса.

Ясно, что использование когнитивных карт для планирования в организации может потребовать фиксации нескольких тысяч взаимосвязанных утверждений. Следовательно, для записи, хранения, поиска и анализа информации необходимо использовать ЭВМ и специальное программное обеспечение. В настоящее время разработан ряд коммерческих пакетов для анализа когнитивных карт (NIPPER, Core, GISMO).

ЭВМ может использоваться для следующих целей:

- поиска концепций, содержащих определенный набор ключевых слов;
- поиска кластеров в карте, т.е. группы взаимосвязанных концепций, которые близки друг к другу;
- нахождения выходов карты (утверждений без следствий);
- поиска утверждений, которые являются центральными для большого числа аргументов;
- определения утверждений с наибольшей аргументацией;
- анализа связей высказываемых мнений со структурой организации.

Когнитивная карта представляет собой "синтетическую мудрость" коллектива организации и аккумулирует взгляды людей,

многие из которых никогда не встречались. Каждый участник процесса должен быть уверен, что его мнение учтено и может повлиять на стратегию организации. Поэтому желательно, чтобы сотрудники организации были включены в данный процесс на регулярной основе, причем они должны знать, что остальные сотрудники тоже включены в процесс формирования стратегии. С помощью различных рабочих групп и комитетов осуществляется отработка отдельных частей стратегического плана и, что особенно важно, отслеживаются эффекты обратных связей.

Данный подход позволяет избавиться от целого ряда обстоятельств, препятствующих принятию эффективных решений (сужение взгляда на действительность под влиянием привычного опыта, скука и ритуальная природа планирования, застывшие организационные структуры, влияние стереотипов, амбиций).

3.3. Когнитивный стиль

Существенную помощь в исследовании социальных проблем может оказать понятие *когнитивного стиля*, под которым подразумевается совокупность критериев выбора предпочтений при решении задач и познании мира, специфическая для каждого человека. Это система средств и индивидуальных приемов, к которым прибегает человек для организации своей познавательной деятельности.

В когнитивной психологии пока не выработан единый подход к изучению когнитивного стиля [15]. У различных авторов в качестве характеристик когнитивного стиля фигурируют: поиск и использование большего или меньшего объема информации, предпочтение необработанных или агрегированных данных, число используемых правил интеграции информации, число генерируемых альтернатив, время, отводимое на принятие решений, использование качественной или количественной информации. Часто основанием для классификации выбирают такие характеристики когнитивного стиля, как полнезависимость — полнезависимость.

Полнезависимость — умение выделять объект из контекста, отражает способность человека концентрировать внимание только на тех аспектах проблемы, которые необходимы для решения конкретной задачи, умение отбрасывать все лишнее, т.е. не зависеть от окружающего задачу шумового фона [15]. Считается, что полнезависимые индивиды значительно эффективнее решают проблемы, чем полнезависимые.

Важной характеристикой когнитивного стиля является *когнитивная сложность восприятия* — степень его многомерности,

умение видеть проблему в различных системах координат. Рассматриваются также такие психологические характеристики когнитивного стиля, как *импульсивность* — *рефлексивность* (склонность к рассудительности); *ригидность* — *гибкость* (способность человека переключаться на другие виды деятельности, отказ от стереотипов).

Перечисленные характеристики определяют только одну из граней когнитивного стиля. Значительный практический интерес представляют интегральные, комплексные характеристики когнитивного стиля, используемые в прикладном системном анализе и теории менеджмента¹³. Так, Акофф делит людей на четыре типа в зависимости от стиля решения практических проблем:

1) реактивист — тот, кто стремится вернуться назад к золотому веку. Люди данного типа обычно рассматривают проблему по частям, а не системно;

2) инактивист — тот, кто слишком привязан к настоящему, предпочитает поэтапные, удовлетворительные решения, избегая реальных перемен. Для таких людей важнейшая цель — выживание социальной системы;

3) преактивист — тот, кто ориентирован в будущее, приветствует перемены, верит в точные методы прогнозирования и возможность найти оптимальные решения;

4) интерактивист — тот, кто не хочет вернуться в прошлое, не хочет законсервировать настоящее, не согласен принять вычисленное кем-то неизбежное будущее и готов применять методы интерактивного планирования (см. § 2.2).

М.Маруяма, изучая особенности индивидуального стиля понимания, восприятия, концептуализации, проектирования, планирования и принятия решений, выявил четыре базовых эпистемологических типа (*mindscapе type*). Каждый эпистемологический тип можно считать когнитивным стилем, трактуя этот термин несколько шире, чем это принято в когнитивной психологии. В классификации Маруямы три основных стиля: *иерархический* (Н-тип), *индивидуальный* (I-тип) и *морфогенетический*, состоящий из двух типов (S-тип и G-тип) [50]. Независимо от Маруямы О.Харвей построил свою классификацию эпистемологических типов, причем оказалось, что три из четырех типов в обеих классификациях практически совпали.

Рассмотрим более подробно типологию Маруямы.

¹³ Следует иметь в виду, что перечисленные ниже типологии не являются общепринятыми.

1. Особенности понимания и запоминания:

H-тип склонен к ранжированию и классификации, последовательному восприятию и пониманию, поиску регулярности и общих черт, предпочитает четкие древовидные категориальные схемы.

I-тип старается различить и изолировать отдельные события и явления, каждое из которых рассматривается как уникальное и не связанное с другими.

S-тип стремится к целостному охвату взаимосвязанных явлений, распознает эмерджентные свойства систем, обусловленные связями между элементами, а также считает, что значение и смысл явлений зависят от контекста.

G-тип во многом близок S-типу, но обладает значительно большим творческим потенциалом, изобретает новые модели, находит новые контексты и новые значения, способен давать множественные интерпретации.

2. Концепции знания:

H-тип полагает, что существует объективное знание, независимое от наблюдателя; ценит общие правила выше, чем ситуационные знания; считает, что различия в восприятии явлений обусловлены ошибками; доверяет только результатам количественного анализа.

I-тип считает, что знание состоит из конкретной информации, необходимой для каждого вида деятельности.

S- и G-типы склонны рассматривать явления с различных точек зрения, полагая, что разносторонний анализ ведет к более глубокому пониманию проблемы.

3. Социально-психологические черты личности¹⁴:

H-тип верит в универсальность заданной иерархии ценностей, существующие институты, социальные роли и статусы; люди данного типа верны принятым социальным конвенциям, склонны к этноцентризму.

I-тип ценит независимость, верит только собственным оценкам, не доверяет властям, восстает против принятых социальных норм и предписаний, склонен не доверять режимам и традициям.

S- и G-типы ценят сотрудничество, коллективные формы деятельности, приводящие к взаимной пользе. При этом G-тип обычно лидер, генератор новых идей, ценностей, смыслов. Ему удается

¹⁴ Перечисленные далее характеристики принадлежат М.Маруяме и О.Харвею.

найти новые формы взаимодействия, генерировать новые ситуации и контексты.

G-тип обладает гибкостью и креативностью, позволяющими ему иногда отклоняться от действующих стандартов, вводя новые нормы и правила.

Маруяма считает, что выявленные им особенности когнитивных стилей совершенно недостаточно учитываются в существующих школах менеджмента. Обучение персонала в американских фирмах основано на четко структурированных программах и курсах. Материалы излагаются в вербализованной форме, аудиовизуальное сопровождение играет вспомогательную роль. Обучение заключается в передаче информации и запоминании инструкций. Такая концепция обучения ориентирована в основном на когнитивный стиль H-типа.

Японские фирмы обучают персонал, ориентируясь не на инструкции, а на приобретение индивидом собственного опыта действий в различных ситуациях. Предполагается, что такая методика позволяет персоналу лучше справиться с неожиданно меняющимися обстоятельствами.

Крупные европейские корпорации делают упор не на обучение, а на подбор необходимых кандидатур. Традиционные подходы в менеджменте рассматривают процесс формирования рабочих групп и коллективов как подбор кадров с необходимым набором специальностей. При этом совершенно недостаточно внимание уделяется гармоничному сочетанию различных когнитивных стилей. Особенно большое значение сочетание когнитивных стилей имеет для транснациональных корпораций [50].

Американский ученый Р.Доусон считает, что знание своего когнитивного стиля помогает уверенно принимать решение. Он выделяет четыре стиля решения проблем, каждый из которых связан с одним из представителей фауны: быком, орлом, пчелой, собакой-ищейкой. Классификация стилей представлена в табл. 3.1 [8, с. 201].

Для стиля быка характерны опора на логику, быстрое принятие решения без учета других мнений. Бык готов к активной

Таблица 3.1. Когнитивный стиль принятия решений

Постижение окружающего мира	Стиль решения проблемы	
	рассудочный	интуитивный
Знание	Бык	Орел
Наблюдение	Ищейка	Пчела

борьбе с конкурентами. Орел сходен с быком в напористости и целеустремленности, но склонен принимать решения интуитивно, не боясь риска. Наблюдатели — ищейка и пчела предпочитают внимательное, неторопливое изучение обстановки, тщательный сбор фактов. При этом пчела принимает решения интуитивно, предпочитая осторожные, выжидательные стратегии. Пчела готова решить любую проблему посредством создания рабочих групп и длительных обсуждений. Ищейка ориентирована на глубокое осмысление, изучение, анализ ситуации, скрупулезный расчет. Она принимает решение, только собрав все необходимые данные, и готова действовать по принципу "семь раз отмерь, один — отрежь".

Конечно, необходимо знать свой стиль принятия решений. Не менее важна правильная оценка решений, принимаемых другими, но уместны ли в столь серьезном деле метафоры?

3.4. Когнитивные аспекты использования метафор

Метафора обычно рассматривается как видение одного объекта через другой. В когнитивных процессах сложные непосредственно ненаблюдаемые мыслительные пространства соотносятся через метафору с более простыми, хорошо знакомыми мыслительными пространствами (например, экономические и политические события сравниваются с играми, спортивными соревнованиями, производственные конфликты с войной и т.д.).

Целый ряд универсальных объяснительных схем отражается в когнитивных метафорах. Результаты многочисленных исследований дают основания когнитологам считать, что метафора является одним из основных средств порождения нового знания [28,20]. По мнению Дж.Лакоффа, привлечение метафоры для понимания опыта — один из важнейших триумфов человеческого мышления. Рациональное мышление в значительной мере опирается на метафорические модели. Любой адекватный подход к рациональности требует использования воображения, а воображение неотделимо от метафорического рассуждения [18, с. 182].

Основные результаты по когнитивной теории метафоры опубликованы в [53]. Наибольший интерес для социологов представляет опубликованная в этом сборнике работа Дональда Шона, посвященная развитию теории генеративных метафор и ее применению в анализе социальной политики. Шон полагает, что видение конкретной социальной проблемы, которое можно представить в виде когнитивной карты или фрейма, содержит в виде своего ро-

да ключа генеративную метафору, определяющую все основные моменты когнитивной модели. Он приводит пример сферы социального обслуживания, которая многим представляется фрагментированной, разобранной, состоящей как бы из осколков разбитой вазы. Такое видение проблемы предписывает выбор решений, основанных на усилении координации и интеграции.

Различие в картинах мира, точках зрения не позволяет людям найти выход из конфликтных ситуаций. Обычно предполагается, что проблемы даны, цели ясны, выявлены ограничения, определены возможные пути и средства решения, остается выбрать наилучшее решение. Такой подход Шон считает в корне неверным — для социальных проблем главным является правильная постановка задачи, ее формулирование. Необходимо правильно назвать (naming) проблему и затем построить на базе новой генеративной метафоры когнитивную карту ситуации, снимающую существовавшие ранее противоречия в картинах мира. Так же, как и Акофф, Шон считает лучшим методом решения социальных проблем их растворение.

Хороший пример изменения стереотипов, помогающий перейти от соперничества к сотрудничеству, дал М. Вертгеймер. Он наблюдал за игрой двух ребят в бадминтон. Один мальчик был существенно старше и легко обыгрывал младшего партнера, который постепенно терял интерес к игре и играл все хуже. Наконец, один из ребят предложил новые правила игры, целью которой стало как можно дольше не давать волану коснуться земли. Новая игра увлекла ребят, а младший даже стал играть существенно лучше.

Когнитологи уделяют значительное внимание исследованию роли метафор в образовании, где главным становится коммуникативная функция метафор — описание и объяснение учебного материала в легко запоминающейся новой форме. Оказалось, что использование рассуждений по аналогии, основанных на инструктивных метафорах, имеет много преимуществ перед формальным изложением материала даже в таких предметах, как физика и программирование.

Метафоры помогают студентам осмыслить незнакомые, абстрактные концепции, углубить понимание материала. Студенты, свободно оперирующие метафорами, чаще находят нестандартные решения задач, способны самостоятельно формулировать новые задачи.

Метафоры как эффективный когнитивный инструмент изменения стереотипов широко используются в прикладных системных исследованиях. Многолетний опыт применения методологии

Таблица 3.2. Основные атрибуты пяти системных метафор в методологии Флада и Джексона [43]

Метафора	Атрибуты	
Машина	<ul style="list-style-type: none"> • Стандартизированные части • Рутинные операции • Повторяющиеся операции • Цели predeterminedены • Варианты действий заданы 	<ul style="list-style-type: none"> • Эффективность • Рациональный подход • Внутренний контроль • Замкнутая система
Организм	<ul style="list-style-type: none"> • Потребности • Выживание • Адаптация • Организация 	<ul style="list-style-type: none"> • Обратная связь • Саморегулирование • Пассивное управление • Открытая система
Мозг (нейрокибернетическая модель)	Те же атрибуты, что и для организма, а также:	
	<ul style="list-style-type: none"> • активное обучение • сбор информации 	<ul style="list-style-type: none"> • жизнеспособность • разделение целого на части
Культура	<ul style="list-style-type: none"> • Коалиция • Сотрудничество • Общепринятые ценности, нормы 	<ul style="list-style-type: none"> • Общий язык • Мода • Социальные практики • История
Политика	<ul style="list-style-type: none"> • Конфликт • Принуждение • Доминирование • Дезинтеграция 	<ul style="list-style-type: none"> • Распределение власти • Карьера • Интересы

"мягких" систем показал, что практические работники, как правило, настроены довольно консервативно и не доверяют абстрактным, концептуальным моделям, разработанным системными аналитиками [40]. В этих условиях метафоры оказываются очень эффективным средством понимания новых теоретических подходов с помощью аналогий, атрибуты которых всем хорошо знакомы и вызывают доверие.

В методологии Флада и Джексона (см. § 2.1) метафорам уделено особое внимание как средству обеспечения креативности — творческого подхода к проблемной ситуации. Разработчикам предлагается проанализировать проблему сквозь призму пяти базовых системных метафор: машины, организма, мозга, культуры и политики [44].

На первом этапе просматриваются поверхностные аналогии изучаемой социальной системы с машиной, организмом и мозгом — эти метафоры традиционно используются управленцами. Метафора культуры организации также хорошо известна специалистам по теории менеджмента. Метафора политики фокусирует внимание на распределении властных полномочий в организации, проблемах принуждения, существующих конфликтах.

Выбрав на первом этапе подходящую метафору, исследователи начинают более детально и глубоко анализировать атрибуты системной метафоры (табл. 3.2), возможность их применения в данной ситуации с целью построения новой, свободной от выявленных недостатков социальной системы.

Отметим, что предложенные Фладом и Джексоном метафоры вызвали много критических замечаний, касающихся недостаточной обоснованности именно такого их набора. Особенно досталось пятой социополитической метафоре, в качестве которой первоначально использовалась тюрьма. Очевидно, что метафора тюрьмы провоцирует односторонний взгляд на проблемную ситуацию, и в более поздних работах [43] Флад уточнил методологию подхода следующим образом:

- первые три метафоры предназначены в основном для проектирования системы;
- социокультурная метафора полезна в фазе обсуждения различных проектов, так как предполагается, что в процессе обсуждения происходит обучение и достигается взаимопонимание;
- социополитическая метафора предназначена для освобождения (disemprisoning) — обнаружения того, чьим интересам служат предлагаемые нововведения, а затем уменьшения степени принуждения.

3.5. Когнитивный подход в социальных исследованиях

Если понимать когнитивный подход в широком смысле — как включение проблем познания, понимания и объяснения в структуру традиционных научных методологий, можно смело сказать, что каждое социологическое исследование в явном или неявном виде учитывает когнитивные факторы и, следовательно, может быть отнесено к когнитивному направлению в науке.

Попробуем хотя бы кратко и заведомо фрагментарно перечислить социологические работы ученых, уделяющих когнитивным аспектам особое внимание. Пожалуй, первой работой, в которой

наиболее рельефно были рассмотрены когнитивные факторы, формирующие динамику общества, был четырехтомный труд П. Сорокина "Социальная и культурная динамика" (1937-1941). В теории Сорокина исторический процесс предстает как последовательная смена культур (доминирующее мировоззрение, основные способы познания и восприятия действительности). Сам механизм смены культур тоже носит когнитивный характер и будет более подробно рассмотрен в § 8.1.

В 60-70-е годы когнитивным аспектам наибольшее внимание уделяют феноменологи и этнометодологи. Близкие к когнитивному подходу идеи развивал А.Шюц, утверждавший, что "наша обыденная действительность складывается просто-напросто из различных мыслительных схем и типов, которые делают возможными идентификацию и узнавание окружающего нас мира" [цит по: 22, с.80].

Возникает социология знания, тематика которой вполне могла бы рассматриваться как раздел когнитологии. Но здесь мы вступаем в область "неправильно названных дисциплин" (А.Шюц), в очерчивании границ которых велика роль "исторических случайностей". Действительно, трудно понять, почему антропология, а не социология занимает почетное место в содружестве когнитивных наук (см. рис. 3.1). Особое положение антропологии удивляло Т. Парсонса¹⁵, считавшего, что "в определенных отношениях она присвоила себе область еще более широкую, чем область самой социологии, тогда как в других отношениях она сконцентрировала свое внимание на культурах и обществах, не знающих письменности". Однако в той степени, в какой может быть очерчен аналитически определенный круг интересов антропологии, он, по-видимому, включает в себя аналитическое изучение явлений культуры, структурированных символически значимых систем, в которых и посредством которых ориентируются и направляются социальные системы и личности. По традиции антропологи интересовались "простейшими" обществами и экзотическими культурами — именно в этой сфере когнитивный инструментарий, в частности когнитивные карты, использовался особенно широко.

В 60-е годы известный американский социолог Ч. Лумис (С. Loomis) применил когнитивные карты для анализа картин мира членов религиозной секты Амишей, живущих в Пенсильвании [47]. Точнее, Лумис рассматривал процесс когнитивной структуризации (cognitive mapping), под которым понимал построение и использование когнитивной карты для анализа незнакомых явле-

15 Парсонс Т. Общий обзор//Американская социология. М., 1972.

ний или событий. Лумис подробно анализирует процессы адаптации продуктов научно-технического прогресса членами секты, сознательно отгораживающей себя от влияния внешнего мира.

Разработанный метод оказался эффективным средством анализа стереотипов представителей расовых, национальных и религиозных групп, составляющих американское общество. Лумис отмечает, что доминирующие группы смотрят на представителей этнических и расовых меньшинств сквозь довольно жесткую сеть стереотипов. Если стереотипы группы X негативны (ее члены ленивы, беспомощны, грязны, не способны учиться), то представители большинства склонны выискивать такие же характеристики у членов группы X, при этом характеристики, противоречащие устоявшимся стереотипам, часто игнорируются. Нередко подобные предрассудки образуют "порочный круг", усиливающий предубеждения, — негативные ожидания всегда оправдываются. Если доминирующая группа приняла подобные стереотипы, то она начинает относиться к членам группы меньшинства как к низшим существам, не принимая их в престижные школы, не допуская к высокооплачиваемым должностям и профессиям, не разрешая селиться в лучших районах и т.д. Такое отношение убеждает представителей меньшинств в том, что они действительно не могут иметь хорошее образование, высокооплачиваемую работу, престижное жилье. Это в свою очередь вновь усиливает первоначальное предубеждение и увеличивает вероятность того, что к представителям меньшинств будут и дальше относиться как к "низшим" существам, — порочный круг замкнулся [47, с. 91].

Таким образом, когнитивная структуризация оказывается полезным инструментом для исследования не только примитивной культуры, в частности Лумис использовал ее также для анализа политических представлений членов различных групп американского общества и ведущих политиков. Существенным недостатком подхода Лумиса является использование когнитивных карт лишь в словесной форме, без попыток визуализировать фрагменты картин мира.

Следующий шаг был сделан известным американским социологом и политологом Р. Аксельродом (R. Axelrod), который развил аппарат когнитивных карт для анализа и прогнозирования решений, принимаемых политиками (см. рис. 3.4) [58].

В 1973 г. американский этнометодолог А.В. Сикурел (A.V. Cicourel) выпустил книгу под названием "Когнитивная социология" [36] (напомним, что первая книга под названием "Когнитивная психология" вышла в свет в 1967 г.). В работе Сикурела

сделана попытка обогатить этнометодологический подход достижениями когнитологии конца 60-х годов. Книга посвящена в основном проблемам понимания обыденной речи, а также роли невербальных коммуникаций в повседневном общении. Выход книги Сикурела был заметным событием и привлек внимание когнитологов. Продолжая исследование этой тематики, Сикурел широко использовал методы когнитивной лингвистики, теории искусственного интеллекта, математического моделирования. С осени 1989 г. он является одним из руководителей новообразованной кафедры когнитивной науки, где происходят встречи работающих на стыке наук обществоведов, гуманитариев и естествоиспытателей [22, с. 95].

Однако пример Сикурела не стал заразительным для этнометодологов, и, хотя когнитивная социология существует, влиятельным научным направлением она пока не стала. Совершенно по-другому обстоит дело в социальной психологии, которая благообразно подняла когнитивное знамя, отдавая тем самым предпочтение своей психологической составляющей.

Значительным событием в развитии социальной психологии стала монография S. Fiske, Sh. Taylor "Social cognition" [42]¹⁶. Ключевой для когнитологии термин "cognition", означающий познание, понимание, распознавание, довольно трудно перевести на русский язык, поэтому воспользуемся предложенной филологами транслитеративной формой — когниция [17]. Указанная монография содержит огромную библиографию — более 150 страниц (!), в ней весьма подробно излагается история взаимосвязей социальной психологии и когнитологии. Авторы с гордостью сообщают, что социальная психология стала когнитивной в широком смысле слова еще в 50-е годы, получив плодотворную прививку от гештальт-психологии, т.е. задолго до становления когнитивной психологии.

Одна из центральных тем когнитивной социальной психологии — анализ использования различного типа схем (когнитивных карт) для решения проблем категоризации, хранения знаний в памяти, "раскодирования" и порождения нового знания. При этом особое внимание уделяется сравнению схем обыденного сознания

¹⁶ См. также: **Андреева Г.М.** Психология социального познания. М., 1997.; **Рабардель П.** Люди и технологии. Когнитивный подход к анализу инструментов. М., 1999.; **Ришар Ж.** Ментальная активность. Понимание, рассуждение, нахождение решений. М., 1998.; **Холодная М.А.** Психология интеллекта: парадоксы исследования. М., 1997.; **Микешина Л.А.,** Опенков М.Ю. Новые образы познания и реальности. М., 1997.

и схем экспертов. *Экспертом* обычно называют высококвалифицированного специалиста, имеющего большой опыт в конкретной предметной области. Существуют и другие определения [5]:

Эксперт — это человек, знающий о предмете больше, чем нужно.

Эксперт — такой же человек, но из другого города.

Эксперт — это человек, который сегодня предсказывает то, что будет завтра, а завтра объясняет, почему это не произошло.

Чем же различаются когнитивные карты эксперта и рядового человека? Оба используют схемы, но эксперт учитывает больше факторов и взаимосвязей. Категории, используемые экспертом, носят более абстрактный характер. "Парадокс эксперта" заключается в том, что его знания, с одной стороны, более сложны и комплексны, а с другой стороны, удается легче и быстрее получать необходимые результаты. Схемы эксперта когнитивно "компактны" [42, с. 148]. Схемы, использование которых в практической деятельности часто оказывается эффективным, постепенно сплавиваются (unitized) в единый конструкт. В целом схемы по мере развития становятся более точными — вероятность получения ошибочного ответа снижается.

Эксперт часто пользуется эвристиками — практическими приемами, резко ускоряющими процесс принятия решения, но не имеющими статуса общепринятого и теоретически безупречного знания.

Одной из типичных ошибок обыденного сознания (как, впрочем, и несистемно мыслящих экспертов) является вера в то, что каждое следствие имеет единственную причину. В результате рассуждения выстраиваются в линейную цепочку: из А следует В, В->С, С->D и т.д., как в старинном английском стихотворении — в кузнице не было гвоздя, поэтому потерялась подкова, что неумолимо привело сначала к потере лошади, затем гонца, депеши, проигрышу битвы, утрате королевства. Непонимание того, что причинные отношения образуют сеть взаимосвязей, содержащую контуры положительной и отрицательной обратной связи, нередко ведет к появлению непредвиденных побочных эффектов, ведущих к трагическим последствиям [25].

Развитие когнитивного направления в социальной психологии привело к возникновению двух версий когнитивизма — американской и европейской [30, 34]. Для американской школы характерен индивидуальный уклон, тогда как в европейской традиции делается упор на анализ коллективных социальных представлений. Изучение социальных представлений в европейской психологической традиции противопоставляется механизму и асоциальности, характерным для американских ученых.

Одним из ведущих представителей европейской школы является французский ученый С. Московичи (S. Moscovici), который посвятил более тридцати лет разработке теории социальных представлений. Он полагает, что "социальные представления — это когнитивные системы, в которых не просто представлены мысли, образ или установка в отношении некоторого объекта, но отражена теория или даже отрасль знания в особом ее понимании — как способ идентификации и организации реальности. Социальность подобных когнитивных систем, упорядочивающих образ мира, обусловлена не только (и не столько) тем, что в них представлена именно социальная реальность, сколько тем обстоятельством, что эти системы или представления общезначимы для многих индивидов, что с их помощью конструируется реальность их социальных групп, которая в свою очередь детерминирует социальное поведение" [30, с. 5].

Представители европейской школы считают, что социальное познание основано на социокогнитивных процессах и не может быть сведено к индивидуальным когнитивным процессам, так как оно обладает рядом параметров, являющихся по своей природе исключительно социальными.

Некоторые ученые обвиняют Московичи в том, что он пытается реанимировать идею "думающего" общества. Тем не менее Московичи полагает, что общество целесообразно рассматривать как мыслящую систему, аналогичную политической и экономической социальной системе: "Если главный вопрос общей психологии касается природы мыслящего индивида, то социальная психология должна понять природу мыслящего общества" [30, с. 54], для чего социальная система наделяется когнитивными атрибутами.

Важной задачей Московичи считает изучение "ментальной" географии той или иной системы идей и образов, характер ее распространения в разных странах, специфику ее функционирования в тех или иных сегментах общества. Он подчеркивает, что надо изучать не индивидуальные когнитивные модели, а конвенциональные (т.е. социально заданные) структуры социальных представлений.

Французский социолог Ж. Подьоло (J. Radoleau) пытался с помощью когнитивного подхода решить одну из труднейших социальных проблем — проблему социального порядка. По его мнению, природа социального действия когнитивна, а социальный деятель представляет собой "человека социологического, когнитивного", который вырабатывает свои социальные представления при помощи символов и значений. Под символом он понимает то, что "пред-

ставляет другую вещь: символ занимает место другого предмета, замещает его или вызывает в памяти" [24, с. 97].

Коллективная взаимозависимость действий людей, по мнению Подьоло, обусловлена взаимными ожиданиями. В качестве примера он приводит шахматы. Не принимая правил игры, участники не смогут сыграть ни одной партии. Каждая партия — это коллективное произведение. Коллективные действия предполагают согласие партнеров по поводу правил принятия решений. Однако с когнитивной точки зрения консенсус не сводится к простому соглашению индивидов. Он возникает при согласовании взаимных восприятий социальных деятелей по отношению к конкретному предмету [24, с. 107].

Рассматривая проблему власти и влияния в социальных системах, французский ученый выделяет четыре основных фактора, являющихся источниками власти: 1) позицию в структуре организации; 2) черты лидерства в характере деятеля; 3) обладание экспертными знаниями; 4) положение относительно ключевых пунктов прохождения информации.

При этом социальные деятели манипулируют феноменами солидарности и кооперации, пытаясь установить и воспроизвести асимметричные властные отношения [24, с. 108].

Следующий шаг делает Б. Бэрнс (B. Barnes), утверждающий, что социальный порядок — это когнитивный порядок [35]. Предполагается, что знания распределены в социальных системах и каждый член социальной системы знает о правилах, нормах, ценностях, принятых в данной социальной системе. По мнению Бэрнса, люди не всегда ощущают давление норм, но они всегда знают о них и по возможности учитывают. Таким образом, нормативный порядок становится распределением знания и остается таким, пока члены социальной системы готовы следовать принятым нормам.

В 1997 г. появилось первое введение в когнитивную социологию, написанное известным американским социологом Е.Зерубавелом [62]. По его мнению, сферы влияния в содружестве когнитивных наук должны быть поделены следующим образом:

- когнитологии занимается универсальными закономерностями мышления;
- когнитивная психология исследует индивидуальные особенности интеллекта;
- когнитивная социология должна изучать социально обусловленные особенности мышления.

Социальное измерение мышления определяется различными культурами, идеологиями, особенностями исторических периодов

и социальных групп. Основными задачами когнитивной социологии являются:

- объяснение сходства и различия в мышлении индивидов, анализ социальных конвенций;
- анализ социально обусловленных процессов восприятия информации, избирательного фокусирования внимания на отдельных проблемах;
- изучение социальной природы классификаций, которые нередко являются не просто типологиями, а средством конструирования значений и смыслов¹⁷;
- исследование социальной памяти о значимых событиях, явлениях и процессах.

Е.Зерубавел является известным специалистом по теории социального времени, поэтому он уделяет особое внимание именно этой проблематике. Однако в книге не рассматриваются проблемы хранения и распределения знаний в социальных системах, социальные аспекты принятия решений и когнитивной лингвистики, которыми, на наш взгляд, также должна заниматься когнитивная социология.

Из перечисленного ясно, что проблематика когнитивной социологии пересекается с целым рядом научных направлений. Так, когнитивная ветвь социальной психологии (Social cognition), по мнению Зерубавела, занимается в основном восприятием социальных объектов, что является только частью предмета когнитивной социологии.

Наиболее запутаны взаимосвязи когнитивной социологии и социологии знаний [1]. По-видимому, целесообразно согласиться с предложением А.Бувье и считать социологию знаний частью когнитивной социологии [2].

Дискуссии о переделе сфер влияния в науке, на наш взгляд, не актуальны, поэтому в данной книге используется широкая трактовка понятия "когнитивный подход", интегрирующая различные аспекты изучения когнитивных систем и процессов.

♦♦♦

Рассмотренные методы когнитивного анализа обеспечивают исследователя простым и полезным инструментарием для выявления, анализа и согласования представлений, характеризующих

¹⁷ Можно привести много примеров когнитивных битв за правильное различение направлений в науке и искусстве, правых и левых в политике и т.д.

мнения, взгляды лиц, вовлеченных в данный социальный процесс, и, кроме того, позволяют исследователю углубить свое понимание проблемы, уточнить постановку задачи и во всеоружии приступить к дальнейшим исследованиям.

В рамках данной схемы можно анализировать неформализуемые факторы, учитывать мнения экспертов, их опыт, знания, интуицию, использовать рассуждения, апеллирующие к здравому смыслу.

Когнитивная карта, как удобная схема визуализации представлений, позволяет исследователю преодолеть противопоставление субъекта и объекта, учесть влияние проводимого исследования на исследуемый социальный объект и контролировать обратное воздействие социального процесса на включенного в него социолога.

Особо следует подчеркнуть перспективность изучения коммуникативных возможностей рассмотренного в данной главе когнитивного инструментария. Именно в коммуникативной сфере находятся наиболее очевидные ресурсы повышения эффективности решения многих социальных проблем.

Задачи и упражнения

1. П. Бергер дал глубокую характеристику когнитивного стиля типичного бюрократа [27, с. 211-212]. Попробуйте охарактеризовать когнитивный стиль самого Бергера, а также других ведущих социологов: теоретиков, практиков, преподавателей.

2. Р. Доусон применил свою классификацию для анализа когнитивных стилей президентов США и ведущих менеджеров. Попробуйте сделать это на отечественном материале.

3. Нередко для анализа конфликта используется метафора войны и такие ее атрибуты, как окружение противника, артподготовка, организация разведки и диверсий, круговая оборона и т.д.

Приведите еще 3-4 полезных атрибута метафоры войны.

Известно, что все войны когда-нибудь заканчиваются. Какие атрибуты метафоры войны могут способствовать мирному разрешению конфликтной ситуации?

4. Следует ли учитывать когнитивные стили экспертов при формировании рабочих групп?

5. Меняется ли с годами когнитивный стиль человека?

6. В работе К. Сайда [56] с помощью когнитивной карты, изображенной на рис. 3.5, исследовалась динамика экономического роста типичной развивающейся страны и политическая нестабильность, связанная с борьбой за власть правительства и диссидентов. Попробуйте самостоятельно проверить обоснованность знаков на дугах, выявить контуры положительных и отрицательных обратных связей.

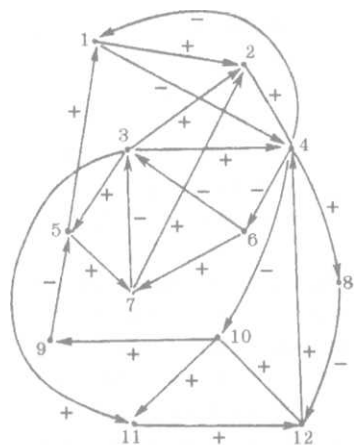


Рис. 3.5. Когнитивная карта
социополитической системы
развивающейся страны:

1 — влияние диссидентов; 2 — степень угрозы; 3 — централизация управления; 4 — ресурсы, выделяемые на оборону; 5 — уровень лишений; 6 — гражданские свободы; 7 — давление в пользу реформ; 8 — темп потребления ресурсов; 9 — уровень жизни населения; 10 — ресурсы для экономической активности; 11 — темп экономического роста; 12 — общие ресурсы

7. Попробуйте визуализировать свое отношение к изучению математики в виде когнитивной карты. Проанализируйте полученную когнитивную карту. Что необходимо предпринять для повышения качества обучения?

8. Проведите в соседней группе опрос студентов относительно отношения к очередным выборам. В анкете будет всего три вопроса:

а) какие основные факторы влияют на ваше отношение к выборам?

б) какие причинно-следственные связи между факторами наиболее существенны?

в) каковы знаки причинно-следственных связей?

Постройте на основе полученных данных когнитивные карты для каждого опрошенного. Какие фрагменты карт встречаются чаще всего? Насколько часто встречаются в когнитивных картах циклы положительной и отрицательной обратной связи?

9. Какую информацию можно извлечь из когнитивных карт при проведении фокус-групп?

10. Рассмотрим когнитивные карты как средство коммуникации. В каких ситуациях их использование целесообразно?

Литература

1. Бергер П., Лукман Т. Социальное конструирование реальности. М., 1995.

2. Бувье А. Знание и наука // Журнал социологии и социальной антропологии. Спец. выпуск, 1999. Т. 2. С. 242-251.

3. Бутенко И.А. Социальное познание и мир повседневности. М.: Наука, 1987.

4. Вертгеймер М. Продуктивное мышление. М., 1987.

5. Гаврилова Т.А., Черванская К.Р. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. М.: Радио и связь, 1992.

6. **Девятко И.Ф.** Модели объяснения и логика социологического исследования М., 1996.
7. **Дейк Т.А. ван.** Язык. Познание. Коммуникация. М., 1989.
8. **Доусон Р.** Уверенно принимать решения. М.: Юнити, 1996.
9. **Зверева Г.И.** Реальность и исторический нарратив: проблемы саморефлексии новой интеллектуальной истории// Одиссей. М., 1996. С.11-24.
10. **Знаков В.В.** Понимание в познании и общении. М., 1994.
11. **Ионин Л.Г.** Социология культуры. М.: Логос, 1996.
12. **Келли Г.** Процесс каузальной атрибуции // Современная зарубежная социальная психология. Тексты. М., 1984. С. 127-137.
13. Когнитивная наука и интеллектуальная технология / Под ред. А.И. Ракитова. М.: ИНИОН, 1991.
14. Когнитивные исследования за рубежом (Идеи и методы искусственного интеллекта в изучении политического мышления). М., 1990.
15. **Кочетков В.В., Скотникова Н.Г.** Индивидуально-психологические проблемы принятия решений. М.: Наука, 1993.
16. **Кравченко Е.И. Эрвин Гоффман.** Социология лицедейства. М., 1997.
17. **Кубрякова Е.С.** и др. Краткий словарь когнитивных терминов. М., 1996.
18. **Лакофф Дж.** Когнитивная семантика // Язык и интеллект. М.: Прогресс, 1996. С. 143-184.
19. **Лорьер Ж.-Л.** Системы искусственного интеллекта. М.: Мир, 1991.
20. **Маннерман Э.** Когнитивная теория метафоры// Теория метафоры. М., 1990. С. 357-386.
21. **Минский М.** Фреймы для представления знаний. М.: Энергия, 1979.
22. **Монсон П.** Современная западная социология. СПб., 1992.
23. **Осуга С.** Обработка знаний. М.: Мир, 1989.
24. **Подьоло Ж.** Социальный порядок: принципы социологического анализа// Современная западная социология: классические традиции и поиски новой парадигмы. М., 1990. С. 93-110.
25. **Рапопорт А.** Мир — созревшая идея. Дармштадт, 1993.
26. **Робертс Ф.С.** Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. М., 1986.
27. **Руткевич Е.Д.** Питер Людвиг Бергер// Современная американская социология. М.: МГУ. 1994. С. 195-226.
28. **Сергеев В.М.** Когнитивные методы в социальных исследованиях // Язык и моделирование социального взаимодействия. М.: Прогресс, 1987. С.3-20.
29. **Солсо Р.** Когнитивная психология. М.: Тривола, 1996.
30. Теория социальных представлений в социальной психологии. Дискуссии 80-90-х годов. М.: ИНИОН, 1996.
31. **Толмен Э.** Когнитивная карта у крыс и человека// Хрестоматия по истории психологии. М., 1980. С. 63-82.

32. **Харре Р.** Вторая когнитивная революция // Психологический журнал. 1996. Т.17. №2. С. 3-15.
33. **Хейс Д.** Причинный анализ в статистических исследованиях. М., 1983.
34. **Bandura A.** Social foundation of thought and action. A social cognitive theory. New Jersey: Stanford Univ., 1986.
35. **Barnes B.** The Nature of Power. Cambridge: Policy Press, 1988.
36. **Cicourel A.V.** Cognitive Sociology. L.: Pinguin Education, 1973.
37. **Cogen G.** Memory in the real world. Lea: Hove, 1993.
38. **Conciouness,** Cognitive Schemata and Relativism. / Ed. M.Kamppinen. L.: Kluwer, 1993.
39. **Chaplin E.** Sociology and Visual Representation. L.: Routlodge, 1994.
40. **Davies L.J., Ledington W.J.** Creativity and metaphor in soft systems methodology // J. of Applied Systems Analysis 1987. Vol. 15. P. 31-35.
41. **Eden C.** Cognitive mapping // Eur. J. of Operational Res. 1988. Vol. 36. № 1. P. 1-13.
42. **Fiske S.T., Taylor S.E.** Social cognition. 2 ed. N.Y.: McGraw-Hill, 1991.
43. **Flood R.L.** Total Systems Intervention (TSI): a Reconstitution// J. of the Operational Res. Soc. 1995. Vol. 46. № 2. P. 174-191.
44. **Flood R.L., Jackson M.C.** Creative Problem Solving. Total Systems Intervention. Chichester: Wiley, 1991.
45. Foundation of cognitive science / Ed. M.I. Posner. Cambrige: A Bradford Book, 1989.
46. Issues in cognitive modeling / Ed. A.M. Aithenhead, J.M. Slack. Lea: Hove, 1994.
47. **Loomis Ch., Dyer E.D.** Social systems. Cambridge Mass, 1976.
48. **Matlin M.W.** Cognition. 3 ed. N.Y.: Hencourt Brace Publ., 1994.
49. **Maruyama M.** The Second Cybernetics: Deviation-Amplifying Mutual Causal Processes// Amer. Scientist. 1963. Vol. 51. P. 164-179.
50. **Maruyama M.** Interwoven and Interactive Heterogeneity in 21st Centure//Technological forecasting and social change. 1994. Vol. 45. № 1. P.93-102.
51. **Mayer R.E.** Thinking, problem solving, cognition. N.Y.: Freeman and Company, 1992.
52. **Metacognition.** Knowing about Knowing / Ed. J. Netcalfe. L.: A Bradford Book, 1994.
53. Metaphor and Thought / Ed. A. Ortony. Cambrige Univ. Press, 1993.
54. **Neisser U.** Cognitive psychology. N.Y., 1967.
55. **Neweel A.** Unified theories of cognition. L.: Harvard Univ. Press, 1993.
56. **Saeed K.** The dynamics of economic growth and political instability in developing countries // System Dynamics Review. 1986. Vol. 2. № 1. P. 20-35.

57. **Schon D.A.** Generative metaphor: A perspective on problem-solving in social policy // *Metaphor and Thought* / Ed. A. Ortony. Cambridge: Univ. Press. 1993. P. 137—163.
58. *Structure of Decision. The cognitive Maps of Political Elites* / Ed. R. Axelrod. N.Y.: Princeton, 1976.
59. *The cognitive turn. Sociological and psychological perspectives on science* / Ed. S. Fuller et al. Dordrecht, 1989.
60. **Varela F.J., Thompson E., Rosch E.** *The embodied mind. Cognitive science and human experience.* Cambridge (Mass), 1993.
61. **Weick K.** *The social psychology of organizing.* 2 ed. Readings (Mass). Addison Wesley. 1979.
62. **Zerubavel E.** *Social mindscape. An Invitation to cognitive sociology.* L.: Harvard Univ. Press, 1997.

Глава 4. Роль моделирования в социологии

4.1. Теории и модели

В современной научной литературе понятия "модель" и "теория" трактуются неоднозначно, граница между ними размыта. В методологии науки признана в настоящее время следующая трактовка этих понятий:

- *Модель* — это концептуальный инструмент, ориентированный в первую очередь на управление моделируемым процессом или явлением. При этом функция предсказания, прогнозирования служит целям управления.

- *Теория* — более абстрактное, чем модель, концептуальное средство, основной целью которого является объяснение данных процессов, явлений. Функция предсказания в теории ориентирована на цели объяснения явлений.

К. Гемпель утверждал, что теория — это модели, чьи элементы и отношения связаны с миром посредством того, что обычно называется *правилами соответствия*. Модели должны включать три типа соответствия:

- между способом организации социального мира и способом, каким модель описывает этот мир;
- между аппаратом, используемым в процессе моделирования, и концептуальным аппаратом моделируемой теории;
- между теорией и социальным миром.

Стандартный подход к научной теории как гипотетико-дедуктивной системе целесообразно дополнить конструктивным эмпиризмом профессора Принстонского университета Б. ван Фра-

ассена, сторонника структуралистской, модельной концепции, трактующей научную теорию как семейство мысленных структур. Он полагает, что "при структуралистском подходе теория оказывается чем-то вроде иерархии «чертежей» или «географических карт» наблюдаемых явлений, причем «чертежи» и «карты» первого уровня непосредственно воспроизводят эти явления".

"Я использую прилагательное «конструктивный», — пишет он, — чтобы обозначить мою позицию, состоящую в том, что научная деятельность представляет собой конструирование моделей, которые должны быть адекватны явлениям" [15, с. 345]. По его мнению, теории и тем более модели не обязаны быть истинными, чтобы быть пригодными.

Моделирование давно уже стало неотъемлемым элементом экономического образа мышления. Экономисты рассматривают модели как упрощенные теории, позволяющие изучать взаимосвязи между различными экономическими индикаторами [10]. "Экономическая модель обычно принимает во внимание только небольшое число факторов, влияющих на переменные, которые она стремится объяснить; она связывает эти переменные, делая определенные предположения о поведении людей и об ограничениях, при которых люди должны делать выбор. Экономическая модель похожа на светокопию или схематический рисунок сложного механизма, на котором пытаются показать, что происходит, когда нажимают на определенные кнопки и дергают рычаги" [20, с.12].

Какую же роль играет моделирование в общепринятой методологии социологического исследования? Как указывается в учебном пособии В.А. Ядова [22], программа теоретико-прикладного социологического исследования должна включать следующие методологические элементы:

- 1) формулировку проблемы, определение объекта и предмета исследования;
- 2) определение цели и постановку задач исследования;
- 3) уточнение и интерпретацию основных понятий;
- 4) предварительный системный анализ объекта исследования;
- 5) развертывание рабочих гипотез.

Четвертый этап программы должен "проявить образ предмета, сделать его ясно выраженным (эксплицированным), более четким и определенным. Предмет должен быть подвергнут своего рода системному анализу", который в данном случае понимается как синоним всестороннего подхода к объекту [22, с.56]. "Предварительный системный анализ предмета исследования — это, по существу, «моделирование» исследовательской проблемы" [22, с.59].

В результате объект изучения может быть представлен как "расчлененный на качественно различные элементы, связанные воедино в некоторую гипотетическую систему". Результат предварительного анализа может быть представлен в виде графической схемы.

Таким образом, в терминах данной главы, четвертый этап общепринятой программы социологического исследования может быть назван моделированием — процессом построения модели.

Учитывая разрастающийся кризис в современной социологической теории, именно модельный подход способен сцементировать теоретические и прикладные социологические исследования. Вместо фрагментарного анализа отдельных переменных рассмотрение их взаимосвязи, т.е. модели, обеспечит целостность подхода, так как модель безусловно обладает определенной степенью целостности и в этом смысле является системой.

4.2. Типология моделей и схема их взаимосвязи

Чаще всего в качестве основания для классификации моделей берется вид языка, на котором они формулируются:

- содержательная модель формулируется на естественном языке;
- формальная модель воплощается с помощью одного или нескольких формальных языков (например, языков математических теорий или языков программирования).

Если в естественно-научной среде моделирование нередко считают только математическим, то в гуманитарной сфере чаще используются содержательные модели, которым и посвящается основная часть данного учебного пособия. Чтобы разобраться во взаимоотношениях моделей различного типа, рассмотрим рис. 4.1.

Любая модель является в конечном счете моделью объекта, фрагмента реальности (верхний уровень на указанной схеме). Наблюдая за объектом, индивид¹⁸ формирует в голове некий мысленный образ объекта, который будем называть *когнитивной моделью*. В данном случае когнитологи используют также термин "ментальная" модель, понимая под когнитивной моделью модель взаимодействия с объектом. В ряде работ термин ментальная модель относится только к индивиду, а термин когнитивная модель используется при описании других видов когнитивных систем. Термины "когнитивная" и "ментальная" модель пока не имеют

18 В общем случае вместо индивида может фигурировать любая когнитивная система.



Рис. 4.1. Типы моделей

устоявшейся трактовки, что объясняется междисциплинарным характером и слишком бурными темпами развития когнитологии.

Формируя когнитивную модель объекта, индивид, как правило, стремится ответить на определенные, конкретные вопросы, поэтому от бесконечно сложной реальности отсекается все ненужное с целью получения более компактного и лаконичного описания объекта. Когнитивная модель объекта формируется на основе "картины мира" индивида — особенностей его восприятия, установок, ценностей, интересов. Примером когнитивных моделей могут служить когнитивные карты из § 3.2.

Следующий этап моделирования — построение содержательной модели. При этом нельзя утверждать, что эта модель является просто вербализованной копией когнитивной модели. Дело в том, что когнитивная модель может содержать элементы, которые индивид не может или не хочет сформулировать. Возможна и обратная ситуация. Если содержательная модель сформулирована кем-то другим или является продуктом коллективного творчества, то ее интерпретация, уровень понимания, степень доверия по отно-

шению к отдельным элементам модели могут существенно варьироваться.

Построение содержательной модели позволяет получить новую информацию о поведении объекта, выявить взаимосвязи и закономерности, которые не удастся обнаружить при других способах анализа. Например, когнитивные карты, приведенные в гл. 3, позволяют оценить действие контуров обратной связи и спрогнозировать результаты различных воздействий на объект.

По функциональному признаку содержательные модели подразделяются на описательные, объяснительные и прогностические.

Описательной моделью можно назвать любое описание объекта. Объяснительные модели призваны ответить на вопрос, почему что-либо происходит. Прогностические модели должны описывать будущее поведение объекта, т.е. отвечать на вопрос, к каким изменениям приводит то или иное воздействие на исследуемый объект. Заметим, что прогностические модели совсем не обязаны включать в себя объяснительные модели. Нередко удается получить удовлетворительный прогноз на основе эмпирических обобщений, т.е. используя только данные описательной модели.

Концептуальной моделью называется содержательная модель, при формулировке которой используются теоретические концепты и конструкторы данной предметной области знания. В более широком смысле под концептуальной моделью понимают содержательную модель, базирующуюся на определенной концепции или точке зрения. Формулировка концептуальной модели нередко представляет собой достижение определенного уровня абстрагирования на пути от предварительного описания объекта к его формальной модели.

Концептуальные модели воплощаются либо в чисто вербальной форме, либо в смешанном вербально-визуальном представлении. Выделяют три вида концептуальных моделей: логико-семантические, структурно-функциональные и причинно-следственные.

Типичным примером структурно-функциональной модели является концептуальная модель системы маркетинга (см. § 2.3, рис. 2.3). Напомним, что в методологии Чекленда за каждой концептуальной моделью стоит определенное видение проблемной ситуации, которое лаконично выражается ключевым определением.

Когнитивные карты, описанные в гл. 3, могут рассматриваться как когнитивные модели, но после визуализации они становятся типичными представителями класса причинно-следственных моделей.

В процессе построения, изучения и совершенствования содержательной модели когнитивная модель непрерывно модифицируется и усложняется. В гуманитарных науках цикл моделирования на этом обычно и заканчивается, но в некоторых случаях модель удается формализовать до такой степени, что становится возможным построение и изучение формальной модели объекта.

В социальных науках *формальные модели* занимают достойное, но относительно скромное место в нижней части схемы. Как видно из рис. 4.1, формальные модели в свою очередь делятся на две группы: математические и компьютерные.

Проводя прикладные социологические исследования, социологи поневоле вынуждены погружаться в формальные математические методы и модели, занимаясь измерениями, выборкой, анализом собранных данных. Но эти вопросы в данном пособии не рассматриваются, читателю рекомендуется обратиться к специализированным учебникам [16, 18, 19].

Создание формальной модели дает возможность постичь сущность исследуемых социальных явлений, выявить основные взаимосвязи и закономерности. Использование формальных средств анализа позволяет изучить поведение модели, получить новые, неочевидные результаты. В любом случае результаты формального моделирования используются для уточнения содержательной модели и, главное, когнитивной модели.

Различение формальных и содержательных моделей достаточно традиционно, но зачем все время упоминается когнитивная модель? Разве не очевидно, что процесс моделирования сопровождается определенной умственной деятельностью?

Когнитивный уровень необходимо учитывать, потому что в пылу концептуальных споров и за завесой высоких абстракций нередко забывают самое главное — *решения принимаются именно на основе когнитивной модели* (на принятие решений, конечно, влияют также когнитивный стиль, интересы, мотивация индивида и другие факторы). Но в социальных науках ведущая роль когнитивных факторов обусловлена тем, что когнитивные модели являются неотъемлемой частью социальной реальности, более того, они во многом формируют, конструируют саму реальность (см. § 3.5).

Элементы модели. Элементами логико-семантической модели являются все утверждения и факты, включенные в вербальное описание объекта. Анализ такой модели осуществляется средствами логики с привлечением знаний, накопленных в данной предметной области.

При построении структурно-функциональных моделей объект обычно рассматривается как целостная система, которую следует расчленить на составные части, компоненты, элементы, подсистемы. Части системы связываются структурными отношениями, описывающими подчиненность, логическую и временную последовательность решения отдельных задач. Структурно-функциональные связи целесообразно визуализировать в виде разного рода схем, карт и диаграмм. С помощью таких схем удобно анализировать служебную роль и назначение отдельных подсистем по отношению к целому, оценивать взаимозависимость отдельных элементов.

Причинно-следственные модели часто используются для объяснения и прогнозирования поведения объекта. В отличие от структурно-функциональных моделей они ориентированы в основном на описание динамики исследуемых процессов, при этом время далеко не всегда учитывается в явном виде. Дело в том, что причинно-следственные отношения, связывающие элементы модели, подразумевают развитие процессов и событий во времени. Элементами таких моделей могут быть понятия, категории, концепты, конструкты, показатели, индикаторы и переменные, описывающие поведение исследуемого объекта. Элемент причинно-следственных содержательных моделей лучше называть фактором (от лат. *factor* — делающий, производящий) — причиной, движущей силой исследуемых процессов и явлений. Термин "фактор" напоминает исследователю, что после расчленения объекта на части и компоненты необходимы следующие операции:

- выявление главных взаимосвязей;
- определение того, как изменение одних факторов влияет на другие компоненты модели;
- понимание того, как будет в целом функционировать собранный механизм, будет ли он адекватно описывать динамику интересующих исследователя параметров.

Нередко говорят об изучении причинно-следственного *механизма* явления, отбрасывая при этом все лишнее и оставляя только минимальный набор факторов, взаимодействие которых позволяет понять устройство и спрогнозировать поведение изучаемого объекта.

Говоря о механизме явления, мы фокусируем внимание на сути дела, проникая сквозь поверхностную оболочку к ядру, сердцевине рассматриваемого явления. Понятие механизма нередко используется как метафора, апеллирующая к чему-то хорошо известному и понятному, например к механическим аналогам, в том числе простейшим — колесу, качелям, рычагу, пружине и т.д.

В любом случае механизм — это модель изучаемого объекта, поэтому использование данного термина не является обязательным, но нередко оказывается полезным. Так, академик Т.И. Заславская, анализируя социальный механизм трансформации российского общества, полагает, что "изучение этого механизма позволило бы более глубоко и системно объяснить движущие силы, закономерности, этапы, достигнутые и вероятные результаты трансформации российского общества" [4, с.7].

Постановка задачи. Завершающий этап формулирования содержательной модели называют постановкой задачи¹⁹. После постановки задачи можно переходить к этапу исследования модели, проведению экспериментов, поиску необходимой информации и, наконец, к разработке возможных альтернатив, решений и выбору окончательного варианта действий.

Основные этапы постановки задач при исследовании систем рассмотрены в § 1.2, здесь же отметим, что после постановки задач возможны два варианта действий — изучение модели на содержательном уровне либо дальнейшая формализация описания объекта и переход к формальным методам исследования.

Наиболее существенной частью постановки задач является формулировка целей, к которым должен стремиться исследуемый объект, а также определение основных факторов модели и ограничений. Задать ограничения — значит определить перечень возможных действий, допустимые и недопустимые состояния объекта. Ограничения могут препятствовать достижению задуманных целей.

Следует иметь в виду, что целей или критериев функционирования объекта может быть несколько. Как правило, в процессе постановки задачи стараются выделить один главный критерий, хотя на практике это не всегда достижимо. Заметим, что наличие нескольких критериев существенно затрудняет выбор решения [7].

Если подвергнуть понятия критерия и ограничения формальному анализу, то оказывается, что во многих случаях можно превратить критерий в ограничение. Действительно, если цель функционирования объекта заключается в достижении наибольшего (максимального) значения некоторого показателя G , то на практике достаточно задать планку F , которую этот показатель должен превзойти. Таким образом удается от критерия максимизации по

¹⁹ Следует иметь в виду, что иногда постановкой задачи называют начальный этап построения модели, на котором происходит предварительное уточнение и детализация основных задач исследования.

казателя G перейти к поиску решения, удовлетворяющего условию $G \geq F$.

Вернемся к задачам, решенным Р. Акоффом (см. с. 49). Вновь рассмотрим пример 1, в котором основной проблемой производства были резкие колебания спроса и вызванная ими текучесть кадров. Проблему удалось разрешить с помощью перехода предприятия с одного критерия функционирования — максимизации прибыли — к другому критерию — равномерности загрузки оборудования. Казалось бы, ничего сложного. Следует только учитывать, что ни одному нормальному американцу никогда не пришлось бы в голову отказаться от максимизации прибыли.

Еще более поучителен пример конфликта в автобусной компании. В этом случае проблему разрешила новая схема организации процесса перевозок, при которой контролеры в часы пик работали не в автобусах, а на остановках.

В этом примере мы имеем дело с существенным пересмотром ограничений, связанных с функционированием процесса перевозок. Область допустимых вариантов работы коренным образом расширена. Здесь необходимо подчеркнуть одну особенность исследуемых социальных процессов — изменение критериев и ограничений требует согласия всех заинтересованных сторон. Наверняка искомое согласие родилось в долгих обсуждениях, дискуссиях, в процессе которых изменялись взгляды участников, представления о целях и допустимых границах. Таким образом, процесс моделирования носил коллективный, диалоговый характер, что является одним из ключевых принципов методологии "мягких" систем (см. гл. 2).

На актуальность этого принципа для повышения результативности социологических исследований указывает также Э. Гидденс, говоря о необходимости использования диалогической модели, обеспечивающей процесс коммуникаций между социологами, заказчиками и другими участниками проблемной ситуации [26, с. 47]. Процесс коллективного моделирования можно условно отобразить в виде схемы, приведенной на рис. 4.2.

Существует ли набор правил, следование которым гарантирует построение хорошей модели? Отвечая на подобный вопрос, известный американский ученый Р. Шэннон указывает, что "любой набор правил для разработки моделей в лучшем случае имеет ограниченную полезность и может служить лишь предположительно в качестве каркаса будущей модели или отправного пункта в ее построении" [21, с. 33]. "Искусством моделирования могут овладеть те, кто обладает оригинальным мышлением, изобретатель-



Рис. 4.2. Схема коллективного моделирования

ностью и находчивостью, равно как и глубокими знаниями... Не существует магических формул для выбора переменных, параметров, отношений, описывающих поведение системы, ограничений, а также критериев эффективности модели" [21, с. 35].

Пока еще не известны четкие рекомендации относительно того, какие аспекты реальности должны быть отражены в модели, а что можно считать несущественным [9]. Для построения хорошей содержательной модели требуются опыт, интуиция, развитию которой может способствовать изучение приведенных в данной книге примеров успешного моделирования социальных процессов.

Существенную помощь в разработке содержательной модели может оказать изучение формальной модели объекта. Рассмотрение объекта сквозь призму формальной модели помогает уточнить формулировки, выявить недостающие элементы, убрать все лишнее. Но построение модели является только первой частью процесса моделирования, не менее важна и вторая часть — изучение модели (оперирование, экспериментирование).

4.3. Визуализация и качественные методы моделирования

В отличие от количественных методов анализа числовой информации качественные методы предназначены для анализа информации, заданной в словесной форме. Так как в содержательной

модели информация, как правило, представлена в текстовом виде, то именно качественные методы могут оказать существенную помощь на всех этапах моделирования социальных процессов.

Решая слабоструктурированные, неформализованные социальные проблемы, человек просто вынужден оперировать качественными суждениями. Однако качественное мышление также нуждается в опоре на вспомогательные средства, которые облегчают сложный концептуальный анализ, позволяют выявить границы возможных действий и, главное, помогают найти перспективное направление поиска решений.

Нельзя полагаться только на силу своего интеллекта, проигрывая проблемную ситуацию в уме. Психологи утверждают, что кратковременная память человека позволяет одновременно оперировать одновременно не более чем с 7 ± 2 факторами. Если значения этих факторов взаимосвязано изменяются, то следить за их динамикой еще сложнее. В этой ситуации единственным выходом остается визуализация представлений и их дальнейший анализ на качественном уровне.

На традиционные формы представления и анализа информации во второй половине XX века все более заметное влияние оказывает научно-технический прогресс. Появление новых информационных технологий постепенно, но все более явственно меняет привычные когнитивные навыки. В некоторых сферах заметна явная когнитивная деградация. Так, распространение калькуляторов привело к тому, что дети плохо владеют навыками устного счета. Все реже человеку требуется хорошая память, ее скоро заменит умение пользоваться компьютерными базами данных. Но в сфере визуализации имеются неограниченные возможности развития когнитивных способностей человека, опирающиеся на прогресс информационных технологий в области обработки и хранения текстовой и графической информации.

Эволюция форм представления информации началась с наскальных рисунков первобытного человека. Затем появилось пиктографическое письмо. Простейшие карты и планы применялись уже в третьем тысячелетии до нашей эры. Примерно 2400-2200 годами до н.э. датируется табличка со схематичным изображением Месопотамии.

Только в конце XVIII века появились статистические графики и диаграммы. В XX веке неоднократно поднимался вопрос о выработке международных стандартов представления информации. Необходимость преодоления языковых барьеров привела к широкому распространению пиктограмм (в инструкциях к быто-

вой технике, компьютерных меню), а М. Маруяма уже разработал один из возможных вариантов пиктографического языка, содержащий 88 глаголов [27].

Модернизируется и наиболее распространенная форма представления информации — текст. Все больше нареканий вызывает его однонаправленная, повествовательная структура, свойственная линейным средствам коммуникации. Последние годы все шире используются гипертекстовые технологии, обеспечивающие нелинейную, сетевую организацию текста, под которой понимается наличие в тексте большого количества взаимных ссылок (примерно, как в энциклопедических словарях). Читатель гипертекста получает возможность работать не с одним, а с несколькими оглавлениями, по-разному структурирующими данный материал. У читателя появляется возможность не только выбирать средства "навигации" по тексту, но и дополнять текст, создавать собственное оглавление [12].

Основным достоинством гипертекстовой технологии является возможность структурированного представления информации, что активно используется в различных методах качественного анализа данных. Не менее важную роль в качественном анализе играет графическая форма представления информации в виде рисунков, графиков, карт, диаграмм, чертежей. Чисто вербальная форма далеко не всегда позволяет с достаточной полнотой отразить интуитивное понимание проблемы. Здесь главная роль принадлежит образному мышлению. В этой связи представляется весьма перспективной идея Чекленда использовать образные диаграммы, отражающие, насколько это возможно, все богатство и разнообразие проблемной ситуации (см. рис. 2.2).

Флад и Карсон рекомендуют использовать подобные диаграммы для решения широкого класса социальных, экономических и производственных проблем. По их мнению, карикатурность рисунков подчеркивает наиболее существенные элементы рассматриваемой модели, что помогает сконцентрировать внимание на узловых точках проблемы. Оказалось, что даже отсутствие какой бы то ни было стандартизации элементов рисунка практически не создает коммуникативных затруднений для участников обсуждений (см. § 2.4). Из этого не следует, что все графические представления эквивалентны. Далеко не ко всем рисункам и чертежам относится древняя восточная мудрость: "Одна картина лучше 10 000 слов".

Один из законодателей компьютерной графической моды Э. Тафт издал в 1983 и 1991 гг. два альбома, которые должны стать, по замыслу автора, как бы каталогами "Музея когнитивного искус-

ства" [30, 31]. Альбомы содержат лучшие образцы графиков, карт, таблиц, рассматриваемых в качестве когнитивных инструментов, значительно повышающих эффективность анализа информации.

Табличная форма представления информации. Одной из наиболее удобных форм структуризации текстовой и цифровой информации являются таблицы. Конструкция таблицы позволяет в компактной форме сосредоточить вместе ряд связанных между собой элементов. Информацию, содержащуюся в смежных клетках таблицы, удобно сопоставлять, противопоставлять, сравнивать, двигаясь как по горизонтальным строкам, так и по вертикальным столбцам. Табличная форма удобна для классификации данных, в ней легко заметить отсутствие необходимой информации. Большинство методов системного анализа данных использует табличную форму в качестве основного или вспомогательного средства представления информации. Хорошим примером структурирующей и дисциплинирующей роли таблиц является методология Ульриха (см. § 2.4).

Специалисты по методам качественного анализа М.Майлс и А.Губерман используют в своей методике так называемую таблицу эффектов, предназначенную для оценки последствий планируемых нововведений [28]. Рассматриваются воздействия нововведений на структуру социальной системы, ее функционирование, а также на поведение сотрудников (строки таблицы). Столбцы таблицы соответствуют трем типам эффектов:

- непосредственным, первичным результатам нововведений;
- долговременным последствиям;
- побочным эффектам нововведений.

Для каждого типа эффектов в таблице выделено два столбца, в которых учитываются позитивные и негативные последствия нововведений. В отдельной таблице эксперт приводит краткие объяснения своих оценок, которые, по мнению авторов, помогают формированию цепи доказательств и способствуют сравнению различных точек зрения.

Однако далеко не все концептуальные связи удастся представить в двумерной табличной форме²⁰. В более сложных случаях не-

20 Часто таблица содержит числовую информацию, но для ее анализа также целесообразно использовать качественные методы. Современное программное обеспечение позволяет на основе одной таблицы построить целый ряд графиков и диаграмм. В этом случае удастся "одним взглядом" обнаружить особенности, выявить закономерности в больших массивах информации. Легкость построения графиков с помощью ЭВМ все заметнее меняет когнитивные навыки исследователя. В свою очередь системы компьютерной графики становятся все более интеллектуальными и когнитивными [5].

обходим многомерный способ представления и анализа данных, который на плоскости изображается в виде сети.

Сети причинно-следственных связей. В наибольшей степени созидающая сила визуализации проявляется при конструировании причинно-следственных моделей в виде сетей. Вершины сети содержат блоки информации, распределенные на листе бумаги или экране монитора так, что взаимоотношение вершин позволяет, с одной стороны, охватить целое, а с другой стороны, наглядно представить структуру локальных взаимоотношений элементов модели.

Сам процесс конструирования сети вынуждает исследователя четко выделять ключевые элементы модели. Построение сетевой модели базируется на идеях центральности, связности, упорядоченности, иерархии и реструктурирования. В сетевой форме удобно представлять сценарии — распространенную форму причинного анализа последовательности событий.

Опыт показывает, что построенная сеть причинно-следственных связей не всегда точно отражает когнитивную модель индивида [13, 24]. Однако в процессе визуализации когнитивная модель становится более четкой, системной, взвешенной. Анализ когнитивной карты позволяет оценить входы и выходы модели, составить перечень неконтролируемых факторов.

На заключительном этапе построения модели определяются знаки причинно-следственных связей (+ или -), отражающие представления индивида о механизме изучаемого социального явления.

Наиболее важным и ответственным этапом моделирования является качественный анализ построенной модели. Чаще всего просматриваются цепочки причинно-следственных связей, реже выявляются циклы положительной и отрицательной обратной связи²¹.

Какие же когнитивные стратегии используются для анализа модели, "прогона" ее во времени, получения прогноза и оценки возможных последствий? Как полагают когнитологи, люди предпочитают использовать качественные суждения для анализа причинно-следственных связей. Качественные суждения предполагают не числовую оценку взаимосвязей, а использование оценок типа: больше, меньше, равно. Л. Заде для таких случаев ввел понятие лингвистической переменной, значения которой не чис-

21 Как показывает почти десятилетний опыт проведения семинаров по данной теме, построение когнитивных карт не вызывает особых затруднений у студентов. Второй этап — анализ модели, выявление цепей и циклов — оказывается значительно более сложным.

ла, а слова. Заметим, что в социологии такую переменную называют порядковой. Когнитологи утверждают, что даже если человек имеет данные, выраженные в числах, он все равно стремится сравнивать эти числа, используя оценки "больше" или "меньше".

Известный экономист П.Самуэльсон [29] еще в 1947 г. сформулировал тезис о фундаментальном различии между количественным и качественным исчислениями. Он утверждал, что даже в экономике редко удается применить количественное исчисление. Вместе с тем вполне возможен качественный анализ, т.е. определение алгебраического знака изменений (+, -).

Анализируя свою когнитивную модель в уме, на бумаге или дисплее, индивид просматривает различные причинно-следственные цепочки на качественном уровне (больше, меньше, усиливает, ослабляет), нередко ограничиваясь только линейными цепочками. В более сложных ситуациях, когда необходимо анализировать сеть причинно-следственных связей, индивид может обнаружить две цепочки, связывающие факторы А и Б. Если результат действия одной цепи противоречит результату действия другой цепи, т.е. один путь усиливает (+), а другой ослабляет (-) воздействие фактора А на фактор Б, то, оставаясь на качественном уровне рассуждений, прийти к какому-то определенному выводу о результирующем воздействии довольно сложно. В когнитивных картах нередко бывает, что одна вершина (фактор) входит одновременно в два контура обратной связи, один из которых положителен, а другой отрицателен. В таких ситуациях возможны три когнитивные стратегии:

- 1) волевым порядком на основе интуитивных оценок объявить конкретную причинно-следственную цепь или цикл доминирующими, а остальными пренебречь;
- 2) ограничиться локальным анализом взаимодействия, не требующим просчета длинных цепей причинно-следственных связей;
- 3) перейти к количественным оценкам и анализу соответствующих формальных моделей.

В последние годы возникла еще одна возможность — за качественное моделирование взялись когнитологи. Появляется все больше книг и компьютерных систем, в которых предлагаются средства для качественного моделирования — новой, бурно развивающейся ветви когнитологии [23].

Несмотря на сложность прогнозирования причинно-следственные модели остаются весьма эффективным коммуникативным средством. Решение социальных проблем, как правило, затрагивает интересы множества людей. Естественно, что групповые ре-

шения не обязательно являются наилучшими, в процессе дискуссии правильные идеи и предложения могут быть отброшены (так называемый эффект огруппления мышления). Тем не менее принцип участия (participation) предполагает не закрытость и кулуарность обсуждений, а совершенствование методов принятия решений, повышение компетентности коммуникаций. Именно в направлении коллективного моделирования развиваются методы системного анализа, диалоговые схемы качественного анализа социологической информации, системы поддержки принятия групповых решений.

В методиках качественного анализа и, в частности, для построения когнитивных карт используются компьютерные программы, базирующиеся на гипертекстовой технологии: Hyper RESEARCH, ATLAS/ti, Metamorph, KANT, NUDIST, Meta Design, Гипердок. Разработаны системы, позволяющие строить когнитивные карты непосредственно на основе анализа текста интервью, статьи,— MEGA, Sem Net.

4.4. Модели и системы

В качестве достаточно общего определения системы примем следующее: *система* — множество связанных между собой элементов, которое рассматривается как целое, т.е. относительно независимое от окружающей среды.

Из определения следует, что изучаемый объект можно исследовать как: а) множество элементов; б) совокупность связанных между собой элементов; в) как целое, т.е. систему.

Таким образом, социальную общность можно считать множеством, если составляющие элементы (люди, группы людей) не связаны между собой.

Социальная общность может состоять из множества связанных между собой элементов, но это множество не является целым (системой), поэтому его целесообразно рассматривать как *социальную сеть*. В социальной сети, как правило, нет единого центра, жестко централизованной структуры управления. В такой сети преобладают силы самоорганизации. Границы сети не заданы, каждый элемент знает только о ближайших соседях. Правила поведения элементов сети носят в основном неформальный характер.

Многие теоретики отмечают все возрастающую роль социальных сетей в функционировании современного общества (Р.Коллинз, Э.Гидденс, М.Манн, М.Граннветтер). Возникает сетевая экономика — сегодня даже конкурирующие фирмы вынуждены объе-

диняться в сети для проведения дорогостоящих НИР. Развитие информационных технологий позволяет М.Кастельсу говорить о становлении общества сетевых структур как нового социального порядка, в котором принадлежность к той или иной сети выступает в качестве важнейших источников власти²².

В качестве примера социальной общности с меняющейся степенью организованности приведем эволюцию общественного движения. На первом этапе появляется неорганизованная группа граждан, проявляющая недовольство существующим порядком. Эту группу целесообразно рассматривать как множество индивидов. На втором этапе движение стихийно самоорганизуется, появляются группы активистов, разрабатывается идеология. На этом этапе движение целесообразно изучать как социальную сеть. На третьем этапе движение становится массовым. Возникает централизованная организационная структура, появляются правила, дисциплина. Движение институционализируется, превращается в партию, т.е. становится социальной системой.

Если социальная общность обладает целостностью, то мы можем ее изучать как социальную систему. В социологической теории трудно найти более многоплановое, многозначное и расплывчатое понятие, чем "социальная система". В литературе можно встретить десятки определений, а наличие различных оттенков и трактовок увеличивает число вариаций еще на порядок. Ученые неоднократно пытались упорядочить это предметное поле, но ни одна из типологий не стала общепринятой²³.

Рассматривая социальную общность как систему, мы различаем целое и составляющие элементы. Элементом социальной системы может быть индивид или подмножество индивидов. Так, элементом мировой системы является страна, элементом рынка — фирма. Ряд теоретиков полагает, что в системе должно быть не менее двух элементов. В данной работе индивид считается частным случаем социальной системы (индивида можно рассматривать как целое, имеющее связи с внешней средой).

Не всегда два взаимодействующих элемента целесообразно рассматривать как систему. Например, две конкурирующие фирмы не являются системой, но могут изучаться как элементы рыночной

22 См.: **Кастельс М.** Становление общества сетевых структур // Новая постиндустриальная волна на Западе. М., 1999. С. 494-505.

23 См.: **Радаев В.В., Шкаратан О.И.** Социальная стратификация. М.: Аспект Пресс, 1996.; **Резник Ю.М.** Введение в социальную теорию. М., 1999.; **Култыгин В.П.** Современные зарубежные социологические тенденции. М., 2000.

системы. Аналогично, две воюющие страны не являются системой, но могут рассматриваться как элементы мировой системы.

Большие социальные системы состоят из миллионов людей, которые могут участвовать в миллиардах взаимодействий. Ясно, что исследователю необходимы концептуальные средства для упорядоченного описания столь необъятного агломерата. С этой целью в классических теориях социальных систем используется понятие структуры. Использование понятия структуры предполагает:

- разбиение множества элементов системы на подмножества (подсистемы);
- выделение наиболее существенных и устойчивых связей между подмножествами, характеризующих функционирование системы.

В классическом структурно-функциональном анализе предполагается, что для каждой подсистемы можно определить ее цели и функции, оценить их соответствие целям и функциям системы в целом. Когда мы говорим о структуре, то часто подразумеваем нечто стабильное и устойчивое (остов, скелет), во многом объясняющее поведение системы. Ярким примером подобной трактовки является организационная структура управления предприятием.

Классические модели социальных систем могут оказаться полезными для описания и анализа привычных, рутинных социальных взаимодействий при достаточно стабильной окружающей среде. В таких системах действия индивидов осуществляются как бы автоматически, неосознанно, либо определены четкими инструкциями.

В современных условиях элементы и подсистемы социальных систем имеют достаточно высокую степень самостоятельности. Поэтому описание и анализ таких систем в первую очередь должны быть сфокусированы на изучении совокупности правил, которым подчиняются исследуемые взаимодействия. Рассмотрение социальной системы как системы правил существенно упрощает анализ, позволяя абстрагироваться от особенностей поведения отдельных элементов²⁴. При таком подходе люди не являются элементами системы — они становятся частью внешней среды. Целесообразность и эффективность использования подобных моделей социальных систем подтверждают исследования Норта, Хьюбнера и других ученых.

Действительно, с формальной точки зрения ничто не препятствует выделению людей во внешнюю среду. Для многих симво

²⁴ В литературе иногда вместо термина "система правил" в том же значении используется термин "система культуры". Отметим, что использование многозначного и расплывчатого понятия культуры в этом контексте может ввести в заблуждение.

лических систем эта операция, безусловно, полезна. Так, рассматривая язык как систему, исследователь для решения многих задач может абстрагироваться от носителей данного языка.

Перечисленные модели социальных систем практически не акцентируют внимания на осознанном поведении индивидов, процессах принятия решений, выборе стратегий. Для исследования указанных процессов необходимо использовать когнитивный подход. Во времена быстрых перемен, внедрения инноваций социальную систему целесообразно рассматривать как когнитивную систему, распознающую изменения и принимающую обдуманные решения. Очевидно, что индивид является когнитивной системой. Но имеет ли смысл фирму, политическую партию, государство рассматривать как когнитивную систему? Может ли социальная общность "думать"?

Наблюдатель, в течение длительного времени изучающий поведение данной социальной системы, вправе строить модели, описывающие "картины мира", даже не имея достоверных сведений о реальном процессе принятия решений в исследуемой социальной общности.

Таким образом, в зависимости от целей исследования социальные системы могут изучаться с помощью разных когнитивных "линз". Социальная общность может рассматриваться как: собственно социальная система; система правил; когнитивная система. В теоретических и прикладных исследованиях социологи нередко применяют интегрированные подходы, изучают социокультурные и (или) социокогнитивные системы [13].

Только цели исследования, виды решаемых задач, особенности конкретной ситуации обуславливают выбор наиболее полезной и эффективной модели социальной системы. Однако полное овладение техникой системного мышления предполагает не только знание различных моделей систем, но и умение, когда это необходимо, полностью освободиться от системных "шор".

♦♦♦

Таким образом, одни и те же социальные явления можно рассматривать через различные когнитивные "призмы", используя в конкретной ситуации тот подход, который быстрее позволяет получить необходимый результат.

Совершенствование техники моделирования социальных процессов должно стать необходимым элементом профессиональной подготовки социолога. Однако следует иметь в виду, что не критически мыслящие исследователи иногда проявля-

ют склонность к чрезмерному упрощению реальности, стремятся втиснуть непослушную действительность в заранее заданные рамки и схемы. К модели целесообразно относиться как к инструменту, предназначенному для упорядочения и структурирования опытных данных. Модели строятся для решения конкретных задач, поэтому необходимо уметь работать с достаточно широким набором инструментов, взаимозаменяющих и взаимодополняющих друг друга.

Следует помнить, что модель, успешно применяемая в одних случаях, в других может оказаться бесполезной. Культура моделирования требует, чтобы для каждой модели был указан перечень условий, при которых данная модель верна. От модели не требуется истинность. Модель должна быть адекватной, работоспособной, т.е. давать удовлетворительные ответы на поставленные вопросы.

Задачи и упражнения

1. Можно ли построить модель другой модели?
2. Механизм функционирования объекта — это часть объекта или его модель?
3. Можно ли ограничение превратить в критерий? Верно ли утверждение, что введение ограничений сокращает число степеней свободы системы?
4. Существуют ли модели, в формулировке которых одновременно используются естественный и искусственный языки?
5. Как влияет когнитивный стиль социолога на его когнитивные модели?
6. Можно ли рассматривать коллективное моделирование как социальный процесс?
7. Каким образом когнитивная система воспринимает окружающую среду — как систему или как модель?
8. Обязана ли модель комплексно и всесторонне описывать все характеристики объекта?
9. Можно ли построить полное однозначное описание социальной системы?
10. Зачем нужна формализация описания социальных систем?
11. Перечислите основные недостатки модельного подхода к изучению социальной реальности.
12. Можно ли рассматривать разные определения социальной системы (см. гл. 1) просто как разные модели одного и того же объекта?
13. Существуют ли социальные процессы, которые нельзя описать: а) на естественном языке; б) на искусственном языке?
14. Может ли социальная система измениться, если ей не нравится ее модель?

Литература

1. Будон Р. Место беспорядка. Критика теорий социального изменения. М.: Аспект пресс. 1998.
2. Бургин М.С., Кузнецов В.И. Введение в современную точную методологию науки. М.: Аспект Пресс, 1994.
3. Вартофский М. Модели. Репрезентация и научное понимание. М., 1988.
4. Заславская Т.И. Социальный механизм трансформации российского общества // Социологический журнал. 1995. № 3. С. 5-21.
5. Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика. М.: Наука, 1991.
6. Келле В.В. Переосмысление системной методологии: версия П. Чекленда // Системные исследования 1995-1996. М., 1996. С. 376- 389.
7. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2000.
8. Моисеев Н.Н. Математика в социальных науках // Математические методы в социологическом исследовании. М., 1981.
9. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. М.: Наука, 1994.
10. Мэнкью Н.Г. Макроэкономика. М.: МГУ, 1994.
11. Острейковский В.А. Теория систем. М.: Высшая школа, 1997.
12. Плотинский Ю.М. Визуализация информации. М., 1994.
13. Плотинский Ю.М. Модели социальных систем и современность // Вестник МГУ. Сер. 18. № 4. 2000. С. 96-107.
14. Смелзер Н. Социология. М.: Феникс, 1994.
15. Современная философия науки. М.: Логос, 1996.
16. Татарова Г.Г. Методология анализа данных в социологии. М., 1998.
17. Тернер Дж. Аналитическое теоретизирование // THESIS. 1994. Т. 2. №4. С. 119-157.
18. Тихомиров Н.П. и др. Моделирование социальных процессов. М., 1993.
19. Толстова Ю.Н. Измерение в социологии. М.: Инфра-М, 1998.
20. Хайман Д.Н. Современная микроэкономика. М.: Финансы и статистка, 1992.
21. Шэннон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука. М.: Мир, 1978.
22. Ядов В.А. Социологическое исследование: методология, программа, методы. Самара: Изд-во Самарского ун-та, 1995.
23. Collier F.E. Continuous Systems Modeling. N.Y.: Springer, 1991.
24. Dey I. Qualitative Data Analysis. L.: Routledge, 1993.
25. Gaines B. General Systems Research: Quo Vadis// General Systems Yearbook. 1979. Vol. 24. P. 1-9.
26. Giddens A. Social Theory and Modern Sociology. Cambridge: Policy Press, 1987.

27. **Maruyama M.** Interwoven and Interactive Heterogeneity in 21st Century // Technological forecasting and social change. 1994. Vol. 45. № 1. P. 93—102.
28. **Miles M.B., Huberman A.M.** Qualitative Data Analysis. L.: Sage, 1994.
29. **Samuelson P.** Foundations of Economic Analysis. Cambridge: Camb. Univ. Press, 1948.
30. **Tafte E.R.** The Envision Information. N.Y., 1991.
31. **Tafte E.R.** The Visual Display of Quantitative Information. N.Y., 1983.
32. **Zeigler B.P.** Theory of Modeling and Simulation. N.Y.: Willey. 1976.

РАЗДЕЛ 2. Содержательные модели социальной динамики

Глава 5. Основные понятия теории социальных изменений

5.1. Типология социальных изменений

Почти все социологи-теоретики уделяют внимание проблемам социальной динамики. Тем не менее многие социальные кризисы оказались неожиданными и, более того, в рамках существующих теорий для происходящих перемен не удается найти разумные объяснения. Драматичные события последних лет вновь сделали необходимым пересмотр существующих концепций и категорий социальной динамики. Американский социолог М.Халлинен в послании к своим коллегам [7] подчеркивала, что ускорение темпа перемен, глобализация, увеличение взаимосвязанности происходящих в современном мире процессов делают изучение социальной динамики наиболее актуальной проблемой социологической теории. По ее мнению, в истории социальной науки существуют своего рода циклы. Сначала формулируются глобальные теории социальной динамики, в которых социальные процессы анализируются на абстрактном уровне. Затем на базе глобальной теории создается ряд специфических, локальных теорий (моделей), предназначенных для более детального изучения конкретных процессов. И наконец, анализ и обобщение опыта практического использования локальных теорий приводят к необходимости создания новой глобальной теории. Указанная схема предполагает постепенное восхождение к все более совершенной теории социальной динамики, что, к сожалению, не в полной мере соответствует реалиям научной жизни.

Но в любом случае моделирование конкретного социального процесса следует начинать не с чистого листа, а опираясь на накопленные знания. Лучшей работы, где можно почерпнуть необходимые знания, чем энциклопедический труд П.А.Сорокина "Социокультурная динамика", пока еще не написано [10]. На западе фундаментальная работа Сорокина не особенно популярна. Читателя, видимо, отпугивает как объем труда (4 тома по 700 страниц), так и высочайший уровень (напомним, что в работе над четырехтомником участвовал цвет русской эмиграции, мало знакомый западному читателю). Казалось бы, по тем же

причинам этот фундаментальный труд должен стать настольной книгой для каждого отечественного социолога, но, к сожалению, до сих пор нет его перевода на русский язык. Одним из самых значительных событий в отечественной социологии конца XX века стал выход в свет перевода одноименника П.Сорокина [3].

Основываясь на результатах Сорокина, его ученик В. Мур опубликовал в 1963 г. один из лучших учебников по социальной динамике [8]. Ученику Сорокина удалось изложить материал в сжатой, но доступной форме всего на 117 страницах.

Учебник следующего поколения С.Ваго [13] во многом является расширенной версией книги Мура (зато Сорокин почти не упоминается). Вышедший в 1996 г. на русском языке учебник П.Штомпки "Социология социальных изменений" [5] содержит достаточно полную инвентаризацию теоретических подходов, что избавляет автора данной книги от необходимости подробно описывать историю вопроса.

Изучая социальный объект в статике, мы предполагаем, что наблюдаемые его характеристики, как качественные, так и количественные, в течение определенного небольшого промежутка времени практически не изменяются (точнее, происшедшими изменениями можно пренебречь). Формально можно сказать, что в моделях статики время отсутствует.

В динамических моделях время присутствует в явном виде. Исследователя интересуют изменения во времени количественных и качественных переменных, как, впрочем, и постоянные параметры, не изменяющиеся за период наблюдения.

Описание динамики объекта предполагает использование понятия процесса. Приведем классическое определение социокультурного процесса, принадлежащее П.А. Сорокину: "Под процессом понимается любой вид движения, модификации, трансформации, чередования или «эволюции», короче говоря, любое изменение данного изучаемого объекта в течение определенного времени, будь то изменение его места в пространстве либо модификация его количественных или качественных характеристик" [3, с. 80].

Под *социальным изменением* будем понимать любое изменение характеристики наблюдаемого социального объекта. В табл. 5.1 приведена достаточно удобная типология социальных изменений, предложенная С. Ваго [13].

Приведенная типология, конечно, не является полной. Уровни изменений следует дополнить мир-системной концепцией Э. Валлерстайна.

Размах	Малые изменения	Маргинальные изменения	Всеобъемлющие изменения	Революционные изменения
Направление изменений	Упадок		Прогресс	
Временной горизонт	Краткосрочные изменения менее года	Среднесрочные изменения 1-5 лет	Долгосрочные изменения более 5 лет	
Уровень изменений	Индивид, группа, организация, институт, общество			

Таблица 5.1. Типология социальных изменений

В социологических исследованиях рассматриваются насильственные и добровольные, обратимые и необратимые изменения. Изменения могут быть планируемыми или непредвиденными, осознанными или неосознанными. Целесообразно отличать организованные изменения от стихийных изменений, возникших под воздействием процессов самоорганизации. При построении глобальных теорий социологи стараются выявить одну-две ведущие (главные) причины социальных изменений. Однако построение реалистических моделей социальных процессов требует, как правило, мультикаузального подхода и учета сети взаимосвязанных причин. Перечислим основные типы причин социальных изменений.

1. Природные причины — истощение ресурсов, загрязнение среды обитания, катаклизмы.

2. Демографические причины — колебания численности населения, перенаселенность, миграция, процесс смены поколений.

3. Изменения в сфере культуры, экономики, научно-технический прогресс.

4. Социально-политические причины — конфликты, войны, революции, реформы.

5. Социально-психологические причины — привыкание, насыщение, жажда новизны, рост агрессивности и т.д.

Перечисленные причины социальных изменений могут являться как внутренними, так и внешними по отношению к данной социальной системе. П. Сорокин полагал, что основными причинами социальных изменений являются именно внутренние, имманентные причины. Сформулированный им принцип имманентных изменений гласит: "После возникновения социокультурной системы ее естественное, «нормальное» развитие, формы и фа-

зы жизненного пути определяются, в основном, самой системой..." [10, vol. 4, p. 602]. Внешние обстоятельства могут замедлить или ускорить внутрисистемные процессы, могут, наконец, ее уничтожить, но не в состоянии изменить программу развития, заложенную в систему. Система самодетерминирует свою эволюцию, что, по мнению Сорокина, эквивалентно свободному развитию²⁵. Влияние внешних сил необходимо учитывать, но их воздействие не в состоянии изменить последовательность фаз развития системы.

Таким образом, каждая социокультурная система имеет свой жизненный цикл, который может быть разбит на ряд этапов, стадий, фаз развития. Чередование фаз развития системы иногда называют *системным временем*. Ясно, что фаза является качественной единицей измерения времени. Количество фаз, их длительность зависят от избранной типологии и задач исследователя. Однако даже количественная переменная — календарное время — в социальных процессах приобретает качественные характеристики. Так называемое социальное время является формой организации социального опыта, оно может ускоряться и замедляться, зависеть от направления в будущее или в прошлое. Одно время эквивалентно деньгам, другое требуется убить.

Малоизученной проблемой остается выбор необходимого темпа социальных изменений, темп перемен можно ускорить и замедлить, сделать неравномерным и сконцентрированным. С понятием темпа перемен связаны категории инертности социальных систем и социального трения.

5.2. Основные формы социальных процессов

Социолог, наблюдая за интересующими его характеристиками конкретного социального процесса, может наглядно представить себе течение процесса в виде графика. Обычно в таких случаях используются двумерные графики, причем по оси абсцисс принято откладывать время, а по оси ординат значения переменной, характеристики, показателя, индикатора или фактора, описывающего поведение данной системы. На рис. 5.1 приведен пример линейной зависимости показателя S от времени t .

График, приведенный на рис. 5.1, демонстрирует траекторию L_1 линейного, равномерного роста значения показателя S при увеличении времени t . Траектория прямой L_2 отражает про-

²⁵ Заметим, что указанные идеи Сорокина весьма близки модным ныне воззрениям У. Матураны.

цесс равномерного уменьшения, снижения показателя S . Для простоты на последующих рисунках будем изображать только процессы роста, подразумевая, что траектории упадка могут быть легко построены по аналогии.

Понятно, что линейный рост или снижение значения какого-либо показателя не может длиться бесконечно. (Например, для многих индикаторов отрицательные значения не имеют смысла.)

Отсюда следует, что за пределами рассматриваемого временного интервала ход процесса должен замедлиться или ускориться и траектория должна перестать быть линейной и приобрести более сложный, нелинейный характер. В линейных моделях скорость (темп изменений) остается постоянной величиной, тогда как скорость течения нелинейных процессов меняется.

Глубокий анализ социокультурных процессов предполагает изучение не только изменений абсолютных значений данного показателя, но и слежение за скоростью изменения. (Необходимо исследование не только функции $S(t)$, но и ее производной.)

Мы неявно считали, что показатель S является количественной переменной, что совсем не обязательно. Многие переменные, характеризующие течение социальных процессов, являются качественными, но их траектории также могут быть изображены графически. Более того, многие количественные переменные имеют качественную составляющую. Даже данные официальной статистики могут содержать информацию, полученную на основе экспертных оценок.

Типичный график, отражающий чередование разных этапов, стадий, фаз развития социальной системы приведен на рис. 5.2.

Процессы роста в социокультурных системах не обязаны

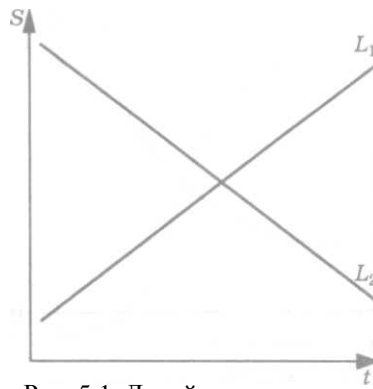


Рис. 5.1. Линейная траектория

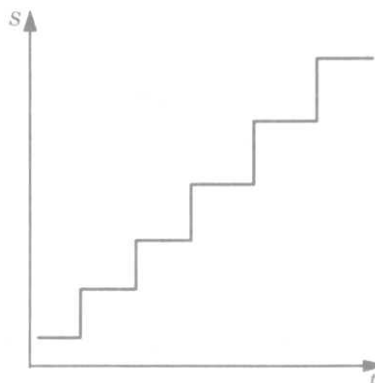


Рис. 5.2. Ступенчатая траектория развития

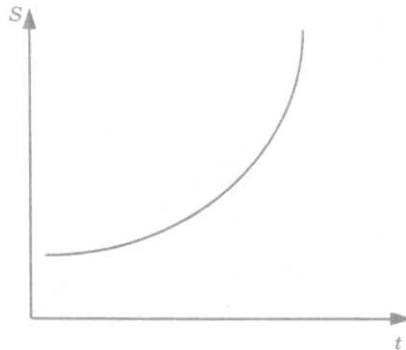


Рис. 5.3. Экспоненциальная зависимость

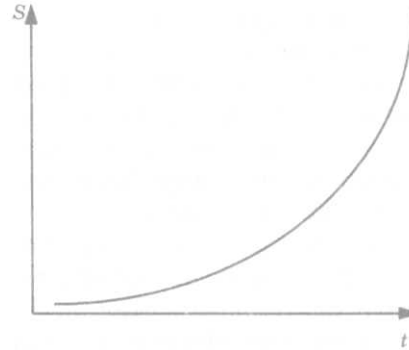


Рис. 5.4. Квадратичная зависимость

подчиняться только линейной зависимости. Траектория роста может описываться экспоненциальной кривой типа e^t (рис. 5.3), квадратичной кривой (рис. 5.4). Значительно более медленный рост показателя S часто отражает логарифмическая траектория (рис. 5.5). Конечно, значение показателя не всегда монотонно возрастает. В ходе процесса возможен и кратковременный спад. На рис. 5.6 изображена кубическая модель подобной траектории ($S(t) = a_1t^3 + a_2t^2 + a_3t + a_4$).

Большинство реальных процессов не может расти до бесконечности. Ограниченность имеющихся ресурсов тормозит рост и не позволяет превзойти некоторые предельные значения. Наличие пределов роста или точек насыщения обычно описывается моделями двух типов:

Рис 5.5. Логарифмическая зависимость

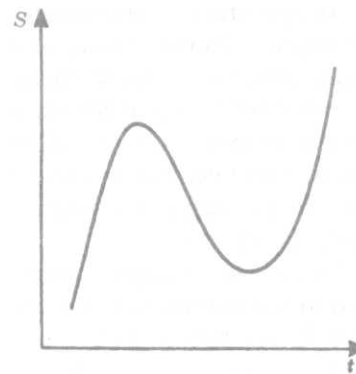
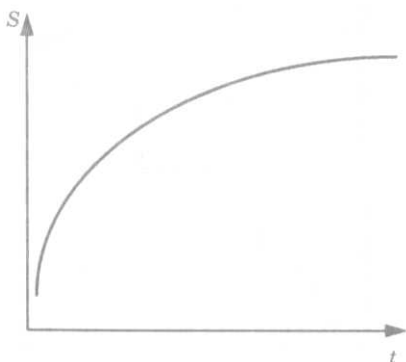
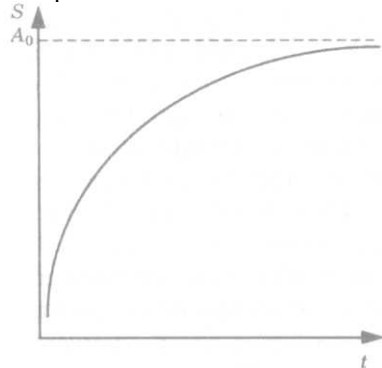


Рис. 5.6. Кубическая зависимость

Рис. 5.7. Модель насыщения без точки перегиба



а) насыщение без точек перегиба (рис. 5.7). Такие

траектории может иметь функция типа $S = A_0 - e^{-t}$ или $S = A_0 - 1/t$ (гипербола);

б) насыщение с точкой перегиба (рис. 5.8). Кривая такого типа называется логистической или S-образной. Подобную траекторию имеет функция типа $S = A_0 / (1 + e^{-t})$. Как будет видно из дальнейшего изложения, ход многих социокультурных процессов хорошо описывается именно логистической кривой. Такие процессы сначала растут очень медленно. Затем рост ускоряется, например под действием контура положительной обратной связи. Но после прохождения точки перегиба темп роста начинает замедляться. Под действием контура отрицательной обратной связи процесс сначала замедляется, а затем стабилизируется, не переходя предельно возможное значение A_0 . Как уже говорилось, наиболее популярной формой социокультурных процессов является прямая линия, отражающая линейные представления о ходе социального времени. Однако мыслителей всех времен привлекала также циклическая модель социального времени, предполагающая периодичес-

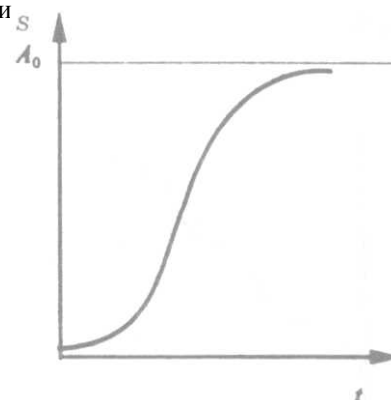


Рис. 5.8 Логистическая кривая

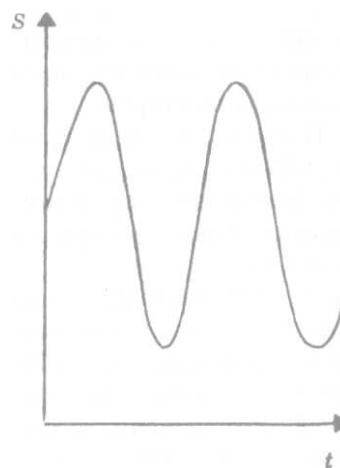


Рис. 5.9. Циклическая модель с горизонтальным трендом

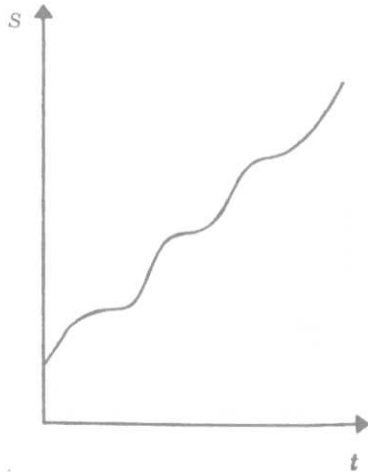


Рис. 5.10. Циклическая модель с восходящим трендом

кое повторение определенных фаз развития, рекуррентное возвращение к исходному состоянию. Простейшая траектория циклического типа в виде синусоидальной кривой с горизонтальным трендом приведена на рис. 5.9, а с линейно возрастающим трендом — на рис. 5.10. Циклическая траектория количественной переменной не обязательно точно соответствует графику математической синусоиды — период и амплитуда колебаний могут со временем меняться.

Естественно, говорить о точном следовании синусоиде в случае качественной переменной просто неуместно. Именно качественные переменные, как правило, имеют в виду, рассматривая развитие процесса по

спирали. Известно, что образ спирали обладает большой генеративной силой, весьма способствует инсайту, благодаря чему довольно часто фигурирует в трудах обществоведов в качестве одной из базовых метафор социальных изменений. Как геометрический объект спираль изображается в трехмерном пространстве, одной координатой которого является время t , а две другие координаты соответствуют двум показателям S_1 и S_2 , характеризующим эволюцию наблюдаемой системы V . Причем следует обязательно учитывать то, что спираль отражает динамику взаимодействия именно двух взаимосвязанных факторов.

Пример спирали M , приведенной на рис. 5. 11, показывает, что в простейшем случае спираль можно представить в виде линии, наматываемой на цилиндр (изображен штриховой линией). Ясно, что цилиндр не обязательно расположен горизонтально, он может быть и наклонен.

Чтобы более наглядно представить ход изменения значений факторов S_1 и S_2 , спроектируем спираль сначала на плоскость $(S_1; t)$, а затем на плоскость $(S_2; t)$. Получим две траектории синусоидального типа F_1 и F_2 . Если мы попробуем изобразить их на одном графике с общей осью времени, то сразу заметим, что фазы колебаний факторов S_1 и S_2 не совпадают (рис. 5.12). Чтобы наглядно представить себе взаимосвязь факторов S_1 и S_2 , спроектируем спираль на плоскость $(S_1; S_2)$. Очевидно, что в этом случае получим круг, изображенный на

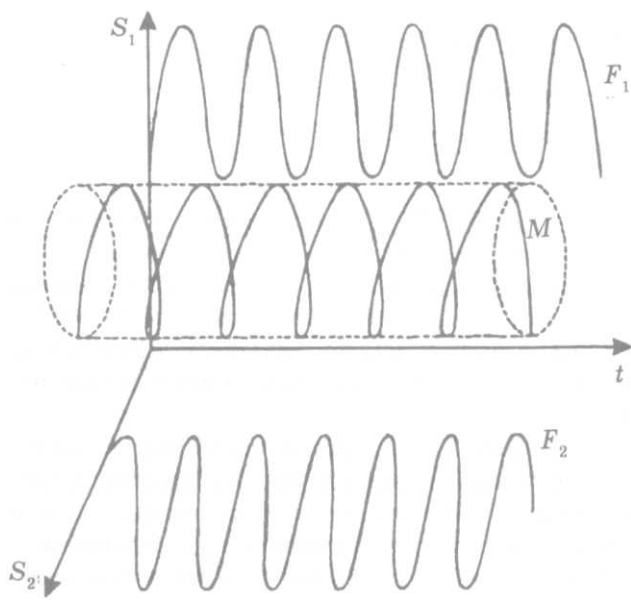


Рис. 5.11. Простейшая спираль

рис. 5.13. На рисунке движение по спирали становится движением по кругу по часовой стрелке (в данном случае время t можно рассматривать как параметр²⁶). Чередование фаз изменения факторов S_1 и S_2 при движении по секторам AB ; BC ; CD ; DA круга представлено в табл. 5.2.

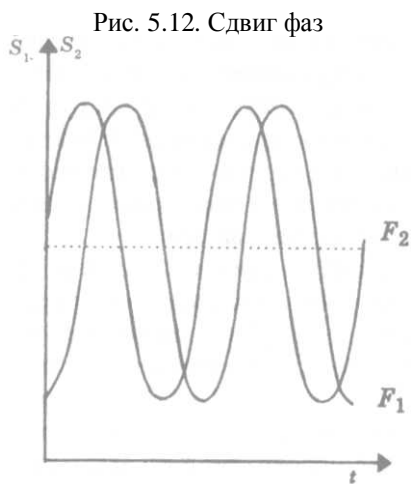


Рис. 5.12. Сдвиг фаз

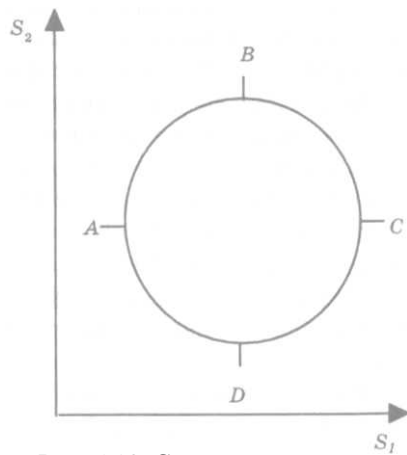


Рис. 5.13. Состояния системы

²⁶ Простейшая винтовая линия в пространстве может быть представлена в параметрическом виде: $x = acost$; $y = asint$; $z = ct$.

Таблица 5.2. Чередование фаз

Сектор	Изменение фазы	
	S_1	S_2
AB	+	+
BC	+	-
CD	-	-
DA	-	+

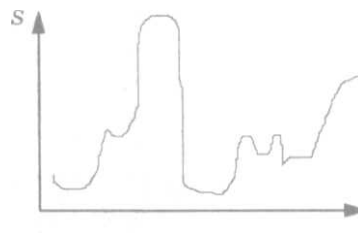


Рис. 5.14. Хаотический процесс

Как видим, в рассматриваемом случае чередование фаз развития системы в целом и отдельных ее показателей не является синхронным.

Еще сложнее анализировать динамику социокультурных процессов, имеющих хаотический характер. Пример такого процесса приведен на рис. 5.14. Динамика хаотических процессов чрезвычайно запутана и трудно прогнозируема. Медленный равномерный рост сменяют "большие скачки", амплитуда и период колебаний меняются самым причудливым образом. Для подобных процессов удастся выявить только самые общие тенденции, как это и принято в глобальных теориях социальной эволюции.

5.3. Эволюционные процессы

Для эволюционных теорий характерен поиск универсальных принципов и механизмов развития социума на протяжении последних трех или даже десяти тысяч лет. Предполагается, что общество развивается по аналогии с биологическим организмом, при этом какие-то важные показатели неуклонно увеличиваются. Теоретики доказывают, что в процессе эволюции неуклонно растут: сложность и дифференциация; адаптивность и разнообразие; рациональность и свобода; урбанизация и бюрократизация.

В классическом эволюционном процессе развитие имеет свою логику, определяющую постепенный, непрерывный и восходящий, кумулятивный и необратимый характер эволюции. Для более детального знакомства с теориями эволюции можно обратиться к [5, гл. 7-9].

К моделям эволюции мы будем возвращаться еще не раз, здесь же обратим внимание читателя на два перспективных направления совершенствования теории эволюции.

Отказ от следования универсальному образцу развития (особенно в сфере культуры) вызвал к жизни концепцию многолинейной

эволюции. Американский антрополог Дж. Стюард считал, что в различных культурах и культурных полях процессы развития подчиняются действию специфических механизмов [11]. Поэтому эволюционные изменения многоплановы и мультилинейны. По мнению Стюарта, выявление параллелей в развитии социокультурных процессов является основным предметом многолинейной эволюции.

Аналогичную гипотезу выдвигал Ю.Н.Тынянов, исследуя особенности литературной эволюции [4]. Рассматривая проблему лидерства, популярности литературного жанра, Тынянов отмечал, что эволюционные процессы протекают не планомерно, а скачкообразно. В эпоху разложения какого-либо жанра последний из центра перемещается на периферию литературного процесса, а на его место из мелочей литературы, из ее низин всплывает в центр новое явление [4].

Аналогичную схему эволюционного процесса разработали профессора Токийского университета Я.Мураками, С.Кумон и С.Сато, анализируя особенности японской модели модернизации. По мнению японских ученых, современные теории модернизации должны основываться на признании многолинейного характера исторического процесса, так как на каждой новой ступени общественного развития ведущей может стать одна из линий эволюции, игравших "периферийную" роль на предыдущей стадии [2].

В теориях эволюции до последнего времени доминировала идея постепенного, непрерывного развития, основанного на процессах адаптации и естественного отбора. Однако в последние годы все более популярной становится концепция "прерывистого равновесия". Теория прерывистого равновесия впервые сформулирована биологами Н.Элдреджем и С. Гоулдом в 1972 г. [6]. По их мнению, биологические, макроэволюционные изменения носят характер всплесков. Длительные периоды постоянства (застоя) сменяются кратковременными быстрыми изменениями, в процессе которых и происходит образование новых биологических видов. В данную схему укладывается разработанная П.Куном модель чередования этапов "нормальной" науки и революционных переходов к новой научной парадигме. Кстати, и саму теорию прерывистого равновесия называют новой эволюционной парадигмой. Появляется все больше работ развивающих этот круг идей в применении к социокультурным, организационным и экономическим изменениям.

5.4. Объяснение социальных процессов

Одним из наиболее заметных событий в социологии стала публикация в 1998 г. сборника статей "Социальные механизмы. Ана-

литический подход к социологической теории" [9]. Авторы сборника (среди которых Дж.Элстер, Д.Гамбетта, Р.Будон, А.Соренсен, А.Стинчкомб, Р.Хедстрем и другие известные зарубежные социологи) приходят к единому мнению, что главной задачей социологии должно стать выявление и изучение фундаментальных социальных механизмов, которые генерируют и объясняют ход социальных процессов. Как отмечалось в § 4.2, социальный механизм — это причинно-следственная модель изучаемого процесса. Такие модели показывают, каким образом взаимодействие различных факторов (переменных, индикаторов...) генерирует качественные и количественные характеристики, отражающие реальное течение социальных процессов.

По мнению авторов [9], сами по себе причинно-следственные модели не дают полного, окончательного объяснения изучаемых явлений. Дело в том, что в социальной жизни действуют не абстрактные факторы и переменные, а реальные люди. Поэтому необходимо также объяснить, каким образом декларируемые причинно-следственные связи взаимодействуют с верованиями и убеждениями людей, формируют их поведение.

Трактовка понятия социальный механизм расширяется и включает в себя не только причинно-следственную модель, но и объяснение взаимодействий между индивидами, а также между индивидами и социальными агрегатами. Один из авторов сборника Т.С.Шеллинг приводит такой пример: когда водитель контролирует расстояние до идущей впереди машины, то это взаимодействие между индивидами; если водитель регулирует свою скорость в соответствии со средней скоростью потока автомобилей, то это взаимодействие индивида и социального агрегата. По мнению Шеллинга, социальный механизм это интерпретация, в терминах индивидуального поведения, абстрактной модели, которая воспроизводит изучаемый феномен [9, с. 33].

Подобная трактовка понятия социального механизма соответствует парадигме методологического индивидуализма. Согласно этой широко используемой в экономической теории парадигме, все анализируемые явления объясняются только как результат целенаправленной деятельности индивидов. В экономической теории индивид, как правило, принимает рациональные решения — максимизирует ожидаемую полезность (разность между выгодами и издержками). Однако модели "рационального выбора" не всегда адекватны реальным экономическим процессам. Еще реже ограничения этой модели выполняются в социокультурных и политических процессах. Как справедливо указывает Р.Будон, в социо-

логии необходимо использовать когнитивные модели, включающие модели рационального выбора как частный случай²⁷.

Можно сказать, что авторы [9] утверждают, что подлинное объяснение социальных процессов дает двухуровневое описание социальных механизмов:

- на макроуровне используется причинно-следственная модель;
- на микроуровне используются когнитивные модели взаимодействия между индивидами, а также между микро- и макроуровнями.

Такие модели лучше называть не социальными, а социокогнитивными механизмами. Разделяя основные постулаты авторов [9], отметим возможные ограничения предлагаемого ими подхода. Конечно, причинно-следственные модели являются наиболее распространенным способом научного объяснения. Но в социальных науках все большее внимание привлекают альтернативные подходы — анализ систем правил и эволюционные объяснения (примеры см. в гл. 14 и 15).

Как указывалось в § 4.2, когнитивными моделями могут оперировать любые когнитивные системы. Соответственно традиционная трактовка микро- и макроподхода нуждается в уточнении. В социологии обычно считается, что микроуровень — это уровень индивидов. Рассмотрим более удобную трактовку различия микро- и макроуровней на примере социальных систем. Анализ мир- системы как целого проводится на макроуровне, при этом анализ поведения отдельных стран осуществляется на микроуровне. При анализе рынка микроуровень — это отдельные фирмы и потребители. При анализе фирмы микроуровень — это подразделения или сотрудники. Таким образом, анализ системы в целом производится на макроуровне, а изучение поведения отдельных элементов осуществляется на микроуровне.

В последующих главах читатель найдет много примеров социальных и социокогнитивных механизмов. Рассмотрены также другие модели, которые пока не имеют строго методологического обоснования, но, безусловно, помогают объяснять и прогнозировать течение социальных процессов.

²⁷ Взгляды Р.Будона наиболее близки к типологии § 4.2 и достаточно подробно изложены в [1]. Отметим, что Будон использует термин когнитивистская модель, понимая под этим термином объединение когнитивной модели и анализа ценностей. В данном пособии этот термин не используется, так как ценности включены в когнитивную модель.

* * *

Интерес к быстрым, катастрофическим социальным изменениям обострился в последние годы. М.Халлинен [7] отмечает, что разрывы, дискретность в развитии социальных систем являются главным вызовом существующим теориям социальной динамики. По ее мнению, такие события последнего десятилетия, как крах коммунистической системы, распространение национализма и терроризма, эпидемия СПИДа, стремительное развитие компьютерной революции требуют новых теоретических подходов. Необходимы новые концепции социальных изменений, базирующиеся на моделях теории катастроф и теории хаоса. Халлинен полагает, что в осмыслении новых подходов значительную помощь может оказать изучение формальных, математических моделей социальных процессов.

Задачи и упражнения

1. Можно ли определение процесса по Сорокину применить для объектов физического мира?
2. Как отличить существенное изменение от несущественного, обратимое изменение от необратимого?
3. В чем заключается специфика социокультурных изменений?
4. Приведите примеры непредвиденных изменений.
5. Всегда ли можно найти единственную, главную причину перемен?
6. Может ли социальная система измениться без каких-либо причин?
7. Развитие каких технологий определяет социокультурные изменения на ближайшее будущее?
8. Надо ли учитывать психологические факторы при анализе причин изменения в сфере культуры?
9. П. Сорокин наряду с организованными группами (системами) рассматривал также неорганизованные и дезорганизованные группы. Верен ли для них принцип имманентных изменений?
10. Какие фазы собственного развития вы хотели бы выделить? Будет ли длительность этих фаз одинаковой для разных людей?
11. Приведите пример социального индикатора, который может расти экспоненциально на рассматриваемом временном интервале.
12. Какой содержательный смысл может иметь асимптота в моделях насыщения?
13. Приведите примеры развития по спирали.
14. Можно ли рассматривать развитие социума по аналогии с биологической эволюцией?

Литература

1. Будон Р. Социальные механизмы без "черных ящиков">// Социология на пороге XXI века. М., 1998. С. 109-128.
2. Мураками Я., Кумон С., Сато С. Общество как цивилизация//Проблемы философии истории: традиция и новация в социокультурном процессе. М.: ИНИОН, 1989. С. 126-155.
3. Сорокин П. Социальная и культурная динамика. СПб.: РХГИ, 2000.
4. Тынянов Ю.Н. Поэтика. История литературы. Кино. М.: Наука, 1977.
5. Штомпка П. Социология социальных изменений. М.: Аспект Пресс, 1996.
6. Eldredge N., Gould S.I. Punctual equilibria: an alternative to phyletic gradualism// Models in Paleobiology/Ed. T.J.M. Schopf. San Francisco: Freeman and Cooper, 1972.
7. Hallinan M.T. The sociological study of social change. 1996 Presidential Adress//American Sociological Review. 1997. Vol. 62. № 1. P.1-11.
8. Moore W.E. Social Change. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1963.
9. Social Mechanisms. An Analytical Approach to Social Theory / Eds. P.Hedstrom, R.Swedberg. Cambridge: Univ. Press, 1998.
10. Sorokin P.A. Social and Cultural Dynamics. Vol. 1-4, N.Y.: American Book Company, 1937-1941.
11. Steward J.H. Theory of Culture Change. Urbana: University of Illinois Press, 1979 {1955}.
12. The Dynamic of Social Systems / Ed. P. Colony. L.: Sage, 1992.
13. Vago S. Social Change. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1989.

Глава 6. Модели жизненного цикла

6.1. Развитие циклических представлений

Еще в глубокой древности было замечено, что плоды социального, культурного и материального творчества человека не вечны. Как и любой организм, творения людей рождаются, развиваются, стареют и умирают. Естественно, с точки зрения системного подхода подобная логика развития свойственна любой социокультурной системе, а также отдельным ее элементам и подсистемам.

Циклическая модель времен порождает мифы о циклической смене мировых эпох: "ночи Брахмы" и "дня Брахмы", гесиодовская смена "пяти веков" и возвращение "золотого века"; цикл эпох в доколумбовых мифологиях Америки, каждая из которых кончается мировой катастрофой.

Английский мифолог Э. Линч предложил отличный от круга и цикла образ архаического чувства времени: маятник, который качается между двумя полюсами — днем и ночью, жизнью и смертью. Представления о периодической гибели и возрождении природы и человечества существовали в германской мифологии.

Циклические теории разрабатывались многими философами и историками древности, стремящимися усмотреть определенный порядок, ритм, выявить смысл в хаосе исторических событий. При этом использовались аналогии с космическими ритмами, сменой времен года, биологическими циклами, кругооборотом веществ в природе. Китайский историк Сыма Цянь еще до новой эры сформулировал учение о циклической смене "принципов", на которых покоится государственная власть. Китайские ученые опирались на концепцию циклически меняющегося мира, постоянно повторяющего 64 основные ситуации. Эта концепция изложена в канонической для конфуцианства и даосизма книге "Всеохватнокруговые перемены" (Чжоу И).

Развитие мира, его устройство определяется взаимодействием Инь и Ян — категорий, выражающих дуализм темного и светлого, женского и мужского, земного и небесного, пассивного и активного. В различных социальных процессах китайские мудрецы обнаружили циклы с периодами 3, 9, 18, 27 и 30 лет.

Восточные учения о цикличности были развиты древнегреческими философами и историками (Платон, Полибий, Аристотель, Плутарх). Циклические представления развивались в астрономических и астрологических исследованиях жрецов и магов Вавилона. В вавилонских источниках упоминаются циклы с периодом 600, 59, 54, 19 и 8 лет.

Значительное влияние на историков Нового времени оказали взгляды великого мыслителя возрождения Н.Макиавелли (1469- 1527). Многие идеи, актуальные и сегодня, изложены Н.Макиавелли в следующем отрывке из "Истории Флоренции"²⁸.

"Переживая непрерывные превращения, все государства обычно из состояния упорядоченности переходят к беспорядку, а затем от беспорядка к новому порядку. Поскольку уж от самой природы вещам этого мира не дано останавливаться, они, достигнув некоего совершенства и будучи уже не способны к дальнейшему подъему, неизбежно должны приходить в упадок, и наоборот, находясь в состоянии полного упадка, до предела подорванные беспорядками, они не в состоянии пасть еще ниже и

28 Макиавелли Н. История Флоренции. М.: Наука, 1981. С. 174.

по необходимости должны идти на подъем. Так вот всегда все от добра снижается ко злу и от зла поднимается к благу. Ибо добродетель порождает мир, мир порождает бездеятельность, бездеятельность — беспорядок, а беспорядок — гибель и соответственно новый порядок порождается беспорядком, порядок рождает доблесть, а от нее проистекают слава и благоденствие".

Через два столетия другой великий итальянец, придворный историограф Дж.Вико (1668-1744) разработал теорию циклического развития наций. Каждый народ проходит три постоянно воспроизводящихся этапа: эпоху богов (детство), героев (юность), людей (зрелость, высшая точка цивилизации). Каждый цикл завершается общим кризисом и распадом данного общества.

Русский философ и социолог Н.Я.Данилевский (1822-1885) в книге "Россия и Европа" (1869) выделил в истории локальный "культурно-исторический" тип (цивилизация), который подобно биологическим организмам проходит стадии зарождения, возмужания, дряхления и гибели.

Историософские идеи Данилевского оказали воздействие на К.Н.Леонтьева (1831-1891), который выделял три стадии циклического развития: а) первичную "простоту"; б) цветущую "сложность"; в) вторичное "упрощение" и "смещение".

Взгляды Данилевского и Леонтьева предвосхитили аналогичные построения О.Шпенглера (1880-1936). В своем главном труде "Закат Европы" Шпенглер выделяет в мировой истории восемь культур: египетскую, индийскую, вавилонскую, китайскую, греко-римскую, византийско-арабскую, майя и западноевропейскую. Каждая культура трактуется как организм, обособленный от других культур. Время жизни культуры — порядка тысячи лет. Умирая, культура перерождается в "цивилизацию", в которой отпадает нужда в художественном творчестве.

В системном анализе под жизненным циклом системы понимается период от зарождения системы до ее гибели. В типичной модели жизненного цикла общественно-исторической системы Ю.В.Яковец выделяет шесть последовательно сменяющихся друг друга фаз (рис. 6.1):

- зарождение в недрах старой системы, внутреннее латентное развитие;

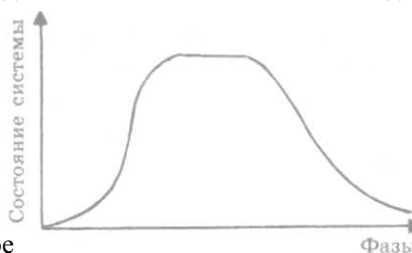


Рис. 6.1. Типичная модель жизненного цикла системы

- рождение, утверждение в процессе революционного переворота в борьбе с уходящей, отживающей системой;
- распространение, превращение в преобладающую, господствующую систему;
- зрелость, когда в полной мере проявляются присущие системе черты;
- дряхление, нарастание противоречий, вступление в кризис, в противоборство с уже родившейся и борющейся за свое "место под солнцем" следующей системой;
- отмирание, реликтовое существование в виде отдельных трансформированных осколков на периферии утверждающейся новой системы [13, с. 42].

Модели жизненного цикла обычно являются качественными и содержат список фаз, этапов развития системы. Длительность и число фаз могут колебаться в весьма широких пределах. Исследователей обычно интересуют качественные характеристики каждой фазы и механизм чередования фаз. Ниже приведен не претендующий на полноту список систем и подсистем, для которых разработаны модели жизненного цикла:

социокультурные системы — цивилизация, этнос, институт, общественное движение, организация, группа, семья, индивид;

элементы и подсистемы социокультурных систем — хозяйственный уклад, технологический уклад, стиль в искусстве, мода, научная специальность, новые товары, инновации во всех сферах жизни общества, модели.

Прежде чем приступить к изложению наиболее интересных моделей жизненного цикла, напомним читателю, что речь идет лишь о моделях, которые, как и все создания человека, тоже имеют "свой жизненный цикл: они возникают, развиваются, сотрудничают с другими моделями, уступают место более совершенным" [6, с. 55].

6.2. Примеры моделей жизненного цикла

Жизненный цикл цивилизаций. Как уже указывалось, разработкой моделей жизненного цикла цивилизаций занимались многие известные историки. Одно из наиболее фундаментальных исследований принадлежит английскому историку А. Тойнби (1889-1975).

Под влиянием Шпенглера он разработал свою концепцию всемирной истории, где речь идет о 13 относительно замкнутых цивилизациях. Тойнби пытался вывести эмпирические законы повторяемости общественного развития. Согласно Тойнби, развитие

общества осуществляется через подражание. Если в примитивных обществах подражают старикам и предкам (что делает эти общества статичными), то в цивилизациях подражают творческим личностям, что обеспечивает динамику развития.

Круговорот (или жизненный цикл цивилизаций) содержит, по его мнению, четыре фазы: возникновение (генезис), рост, надлом и распад.

Генезис и рост цивилизаций обусловлен ответом на вызовы истории. "Человек достигает цивилизации не вследствие биологического дарования (наследственности) или легких условий географического окружения, а в ответ на вызов ситуации особой трудности, воодушевляющей на беспрецедентное до сих пор усилие" [8, с. 148]. В качестве "вызовов" рассматриваются неблагоприятные погодные условия, нападение иноземцев и гниение предшествующих цивилизаций [10].

"Рост цивилизаций является поступательным движением. Цивилизации развиваются благодаря порыву, который влечет их от вызова через ответ дальнейшему вызову: от дифференциации к интеграции и снова к дифференциации. Развитие цивилизации (прогресс) представляет собой кумулятивное поступательное движение, связанное с территориальной экспансией — от географического центра цивилизации к периферии.

Стремление к территориальной экспансии вызывает к жизни милитаризм, который является на протяжении четырех или пяти тысячелетий наиболее общей и распространенной причиной надломов цивилизаций. Милитаризм надламывает цивилизацию, втягивая локальные государства в междоусобные войны" [10, с. 214, 217, 222].

В фазе надлома нарастают социальные, политические и экономические конфликты. "В истории падения любой цивилизации можно уловить ритм распада... за спадом, который начинается в момент надлома, следует оживление, что совпадает с моментом основания универсального государства. Однако этот процесс завершается в свою очередь надломом, знаменующим начало нового спада, за которым уже не наступит оживление, но последует окончательный распад" [10, с. 477].

Жизненный цикл этноса. Критикуя идею цикличности в истории, Л.Н. Гумилев указывал, что наличие строгого ритма не подтверждается историческими фактами. Главный недостаток этих концепций Гумилев видит в том, что в них проводится граница между социальным и биологическим в отдельном человеке и общественном коллективе, тогда как эти факторы находятся в неразрывном единстве.



Рис. 6.2. Изменение пассионарного напряжения этнической системы

Гумилев полагает, что нашел фактор, определяющий развитие этноса, введя понятие пассионарности. *Пассионарность* — это характеристика поведения и психики, проявляющаяся в стремлении индивида к цели (часто иллюзорной) и способности к сверхнапряжениям и жертвенности ради достижения этой цели.

Обобщая 40 индивидуальных историй этногенеза, Гумилев разработал модель жизненного цикла этноса, состоящего из семи фаз (рис. 6.2).

Возникнув в момент пассионарного толчка, этнос должен немедленно сложиться в систему, иначе он будет уничтожен соседями. Для самосохранения этнос вырабатывает социальные институты, характер которых запрограммирован конкретными географическими условиями и временем (стадий развития человечества). Потребность в самоутверждении обуславливает быстрый рост системы, ее территориальную экспансию и усложнение внутриэтнических связей. Силы же для развития этноса черпа-

ются в пассионарности популяции как таковой. Рост системы создает инерцию развития, медленно теряющуюся от сопротивления среды, вследствие чего нисходящая ветвь кривой значительно длиннее восходящей [3].

На рисунке по оси абсцисс отложено календарное время и соответствующие фазы эволюции системы, а по оси ординат уровень пассионарного напряжения (p). В точке 0 в обществе преобладают тихие обыватели, а в точке максимума — герои, готовые пожертвовать собой. Фаза подъема является периодом интенсивного роста пассионарного напряжения в этнической системе, возникшей вследствие пассионарного толчка. Формируются новая этническая доминанта и социальные институты. Начинается экспансия. В акматической фазе пассионарное напряжение достигает наивысшего уровня. Возможен пассионарный перегрев, когда избыточная энергия начинает погашаться на внутренних конфликтах. Фаза надлома характеризуется резким снижением пассионарности, сопровождается расколом этнического поля и повышением вероятности распада и гибели этноса. Эту фазу можно рассматривать как "возрастную болезнь" этнической системы. В инерционной фазе происходит укрепление государственной власти и социальных институтов, интенсивное накопление материальных или культурных ценностей, активное преобразование природы. В обществе доминируют гармоничные личности, еще не знающие, что за "золотой осенью" наступают "сумерки". В фазе обскурации общественный организм начинает разлагаться, растут коррупция, преступность, численность населения значительно сокращается. Этническая система может стать легкой добычей более пассионарных соседей. В фазе регенерации возможно кратковременное восстановление этнической системы с последующим переходом к реликтовой стадии существования этноса, которая может длиться довольно долго. Последние две фазы Гумилев объединяет в одну мемориальную фазу, в процессе которой воспоминание о былом величии сохраняют только отдельные члены общества. Память о героических деяниях предков продолжает жить в виде фольклорных произведений и легенд [3, с. 528-531].

Жизненный цикл общественных движений. Модели жизненного цикла довольно часто использовались для анализа логики развития общественных движений. В литературе рассматривались двух-, трех- и четырехфазные модели [4,12]. Немецкий социолог О. Рамштадт полагает, что если социальная среда существенно не меняется, то в идеальном случае общественное движение проходит в своем развитии семь следующих фаз.

Фаза I — латентная — характеризуется проявлением социального недовольства, поляризацией граждан и властей. Среди недовольных образуется сплоченная группа единомышленников, протестующих против действий конкретной власти и ее представителей. Считается, что власти, а не система в целом виновны в возникновении социальной напряженности. События рассматриваются через определенную конфронтационную когнитивную схему — "мы и они".

Фаза II — артикуляция проблемы. Движение протеста радикализируется. Появляются требования не только смены властей, но и преобразований существующей социальной системы.

Фаза III — формирование движения. Движение обретает групповую идентичность, начинает активную пропагандистскую деятельность, призывая к коллективным действиям протеста.

Фаза IV — разработка идеологии. Движение формулирует цели, программу действий, способные вывести общество из кризиса. В программе содержатся также планы радикальных изменений существующей социальной системы и ее институтов.

Фаза V — рост движения. Движение становится массовым, масштаб и интенсивность действий протеста против существующих институтов достигают своего максимума. Проявляются гибкие формы организации быстрой мобилизации сторонников.

Фаза VI — организация. Возникает централизованная организационная структура, появляются правила, дисциплина. Ядро движения берет под контроль местные, локальные группы и ячейки активистов движения.

Фаза VII — институционализация движения. Постепенно общественное движение поглощается организацией и превращается в социальный институт. Движение приобретает легальный статус, оно встраивается в систему существующих социальных институтов, становясь одной из политических партий или общественных организаций. Лидеры движения копируются в действующие структуры исполнительной или законодательной власти. Седьмая фаза завершает жизненный цикл общественного движения.

Жизненный цикл организации. Американский ученый И. Адизес предложил модель жизненного цикла организации, состоящую из десяти фаз [11].

Фаза I — выхаживание. На стадии зарождения организации основатель (или основатели) обсуждают бизнес-идею. Если основатель верит в эту идею, готов взять на себя риск основания нового дела, оптимистично оценивает спрос на продукцию новой фирмы и способен найти финансовую поддержку, то возможен переход к следующей фазе.

Фаза II — младенчество. На этой стадии компания обладает гибкой, но нечеткой структурой, небольшим бюджетом, уровень продаж незначителен. Если денежные потоки и деятельность организации стабилизируются, то начинается следующий этап развития.

Фаза III — детство, характеризуется быстрым ростом организации. Появляется формальная организационная структура, но должностные обязанности не закреплены за каждым сотрудником. Основатель пытается делегировать властные полномочия другим сотрудникам, но при этом опасается потерять контроль. Компания действует методом "проб и ошибок", не может предвидеть изменения внешней среды, что приводит к серьезным кризисам и потерям. Возникает необходимость перехода к более профессиональным действиям.

Фаза IV — юность, компания получает как бы второе рождение. Энтузиазма основателя становится недостаточно. Во главе компании становится профессиональный менеджер, меняющий всю систему управления. Повышается организационная культура, эффективность административной деятельности растет.

Фаза V — расцвет, организация достигает оптимального баланса между самоконтролем и гибкостью. Растет не только объем продаж, но и прибыль, создается сеть дочерних организаций. Успешно функционируют системы прогнозирования, планирования и реализации.

Фаза VI — стабилизация, впервые появляются признаки старения организации — она начинает терять гибкость. На этой стадии темпы роста снижаются, позиция на рынке стабилизируется. Снижается интерес к инновациям. Руководители начинают с подозрением относиться к любым переменам, начинают преобладать консервативные тенденции.

Фаза VII — аристократизм, характеризуется дальнейшим снижением гибкости системы управления, большее внимание уделяется традициям, в одежде и форме общения сотрудников господствует формализм. Организация обладает значительными финансовыми ресурсами, стремится не сама разрабатывать и внедрять инновации, а покупать компании, производящие новые продукты. Цели компании становятся краткосрочными, риск не поощряется.

Фаза VIII — ранняя бюрократизация. На этой стадии система управления озабочена прежде всего самосохранением. Правила и нормы ужесточаются и формализуются. В руководстве фирмы начинается открытая борьба и поиск виноватых в появлении неблагоприятных тенденций.

Фаза IX — бюрократизация, характеризуется постепенным разрывом связей с внешним миром. Инициативные сотрудники покидают компанию. Бюрократические организации уже не ориентируются на получение результатов и работают во многом вхолостую, "перемальвая" огромное количество входных и выходных документов. Однако информационные связи между подсистемами нарушены.

Фаза X — гибель организации, к которой могут привести даже небольшие внешние изменения.

Жизненный цикл научной специальности. В социологии науки разработано несколько четырехфазных моделей жизненного цикла научных специальностей. Рассмотрим модель, объединяющую модель М. де Мея [15], основанную на когнитивном подходе, и модель Н. Маллинза, разработанную в рамках коммуникативного подхода [9].

Фаза I — "пионерская", неформальной группой единомышленников формулируется новая исследовательская программа. Кроме изложения основных идей в программе обычно содержатся завышенные, романтические оценки перспективности разработок, дается резкая критика устаревших подходов и парадигм. Отметим, что разработка первоначальных идей ведется, как правило, разрозненными небольшими группами ученых, действующих в рамках существующих научных направлений и организаций.

Фаза II — строительство, происходит формирование и развитие коммуникационной сети. Постепенно выделяются ключевые фигуры, происходит распределение тематики по исследовательским группам. Начинается стадия нормальной науки по Куну. Проводятся небольшие конференции. Создаются "невидимые" колледжи, а в последние годы с помощью Интернета возникают "виртуальные" лаборатории.

Число публикаций быстро растет. Появляется все больше практических подтверждений исходных теоретических предпосылок. Философские дискуссии решительно пресекаются.

Фаза III — внутренняя критика. На этой фазе развитие нового научного направления заметно интенсифицируется за счет действий наиболее активных участников сети коммуникаций. В этой фазе продолжается экспоненциальный рост числа приверженцев нового научного направления, но к концу фазы продуктивность начинает сокращаться. Обнаруживается все больше аномалий и противоречий. Начинается критический анализ используемых методов. Однако внешне новое научное направление выглядит вполне благополучно. Организуются формальные научные сообщест-

ва, лаборатории и научные центры. Появляются специализированные научные журналы и сборники.

Фаза IV — заключительная, инновационный научный потенциал парадигмы постепенно исчерпывается, тематика мельчает. Появляются фундаментальные работы, критикующие новую специализацию с методологических и философских позиций. Число сторонников этой специализации начинает сокращаться, одновременно новое направление приобретает солидный академический статус — разделы в ведущих научных журналах, учебные курсы, кафедры, секции в престижных профессиональных организациях.

Джеральд Холтон образно сравнил развитие научного направления с разработкой месторождения золота. После открытия месторождения осуществляется разведка территории, поиск золотых жил. Затем начинается быстрая разработка обнаруженных жил. Но постепенно неразведанных жил становится все меньше и меньше. Требуется много времени и сил, чтобы найти достаточно богатую жилу. Запасы золота истощаются.

Жизненный цикл технологического уклада. Ряд экономистов — Дж.Доси, Ш.Перес, С.Ю.Глазьев разработали концепцию технологического стиля, парадигмы, уклада. Ядро технологического уклада, по Глазьеву, образует комплекс базисных совокупностей технологически сопряженных производств. Технологический уклад формируется в рамках всей экономической системы, охватывая все стадии переработки ресурсов и соответствующий тип непроемственного потребления, образуя макроэкономический воспроизводственный контур. Таким образом, каждый технологический уклад является самовоспроизводящей целостностью, вследствие чего техническое развитие экономики может происходить не иначе, как путем последовательной смены технологических укладов [1, с. 63]. Жизненный цикл технологического уклада состоит из четырех фаз и представлен на рис. 6.3.

Этап становления нового уклада начинается в условиях доминирования предшествующего технологического уклада. В это время еще отсутствуют многие элементы его воспроизвод-

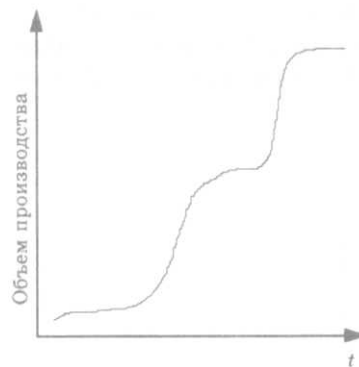


Рис. 6.3. Жизненный цикл технологического уклада [1, с.69]

ственного контура, что приводит к неизбежным потерям (1-й горб на рис. 6.3). Фаза роста уклада предполагает структурную перестройку всей промышленности и переход на более современные технологии. В обществе происходит фундаментальный сдвиг, технико-экономическая революция. Начинается процесс адаптации социальной системы к новым технико-экономическим условиям. Общество переориентируется на потребление продукции, созданной с применением новых технологий (2-й горб на рис. 6.3).

В фазе насыщения общественных потребностей происходит постепенное снижение потребительского спроса и цен на продукцию данного технологического уклада. Исчерпываются также технические возможности совершенствования производства.

В заключительной фазе упадка заметно снижаются темпы роста, возможно и абсолютное снижение эффективности производства. Имеющиеся ресурсы начинают перераспределяться в пользу нового зарождающегося более перспективного технологического уклада.

Жизненный цикл продукта. В маркетинге концепция жизненного цикла используется для анализа и прогнозирования объема продаж. Обычно в таких моделях выделяют четыре фазы (рис. 6.4).

Фаза I — выведение товара на рынок. В этот период сбыт растет медленно, прибыль, как правило, незначительна. Однако становится ясно: пойдет товар или нет.

Фаза II — рост. Данный период характеризуется быстрым завоеванием рынка и значительным увеличением прибыли.

Фаза III — зрелость. Начинается замедление темпов сбыта, прибыль стабилизируется, наступает насыщение.

Фаза IV — спад. Причиной спада может служить техническое устаревание, успешные действия конкурентов. Товар может надоесть потребителям. Иногда даже исчезает потребность, которую был призван удовлетворить данный товар. Если в период спада товар модернизируется, то возможен повторный всплеск продаж.



Рис. 6.4. Характер сбыта на протяжении жизненного цикла товара

Аналогичные модели используются также в маркетинге моды, знаменитостей, политических кандидатов [5]. Для прогнозирования поведения потребителей в маркетинге используются также концепции жизненного цикла семьи.

Жизненный цикл семьи. С точки зрения покупательского поведения в жизненном цикле семьи выделяют четыре основные фазы [5, с. 156].

Фаза I — этап холостой жизни. Интерес к моде, покупкам мебели, автомобилей, путевок на отдых.

Фаза II — молодожены без детей. Наивысшая интенсивность покупок, в том числе товаров длительного пользования.

Фаза III — "полное гнездо". Появление детей ведет к росту расходов, покупаются стиральные машины, телевизоры, детские товары. Несмотря на ухудшение финансового положения приобретается жилье. По мере роста благосостояния покупается все больше товаров, не являющихся предметами первой необходимости.

Фаза IV — "пустое гнездо". Дети живут отдельно. Пока глава семьи работает, большинство семей довольны своим финансовым положением. Растет интерес к путешествиям, покупкам предметов роскоши. После выхода на пенсию доходы семьи резко падают. Растет спрос на медицинские товары и услуги.

Жизненный цикл индивида. С социологической точки зрения основной интерес представляет не физический возраст индивида, а восприятие социально конструируемых категорий возраста: "молодой", "человек среднего возраста", "пожилой" и т.д.

В модели социального психолога Э.Эриксона [8, с. 110-111] жизненный цикл человека состоит из восьми стадий. На каждой стадии в жизни индивида возникает специфический кризис, а переход от одной стадии к другой происходит в результате преодоления этого кризиса. Первые четыре стадии приходятся на детство. Пятая стадия — юность связана с выбором профессии, поиском подходящей работы, выбором спутника жизни. На шестой стадии (начало взрослого периода) основное значение приобретают ухаживание и брак. Дальнейшее развитие индивида определяет разрешение конфликта между интимностью и одиночеством. На седьмой стадии (средний возраст) человек осваивает определенную деятельность и родительские функции, а на восьмой стадии (старость) подводит итоги своей жизни, переосмысливает и переоценивает ее основные события.

Конкретизируя модель Эриксона, Левинсон в [14] утверждает, что в процессе перехода от одной фазы к другой индивид принимает ряд ключевых решений, предопределяющих его дальнейшую жизнь на 5-7 (до 10) лет.

Как утверждает Левинсон, на жизненном пути человека имеются критические точки в возрасте 20, 30 и 40 лет²⁹, когда окружающая социальная среда предъявляет ему совершенно разные требования. Достигая эти временные вехи, индивид пытается взглянуть на себя по-новому, отказаться от устоявшихся стереотипов, определяющих по инерции предыдущий отрезок жизненного пути.

Психологам известен так называемый "кризис сорокалетних", когда человеку кажется, что жизнь теряет прежний смысл, работа становится неинтересной, а семья напоминает "опустевшее гнездо" [14]. У пятидесятилетних возникают свои проблемы. Нобелевский лауреат, экономист Ф. Модильяни, исследуя модели жизненного цикла, обратил внимание на то, что уровень дохода колеблется на протяжении жизни человека и что сбережения позволяют потребителям перераспределять доход с периодов, когда он высок, на периоды, когда он низок [16]. Планируя выйти на пенсию в 65 лет, многие ожидают значительного снижения своих доходов. Поэтому большинство людей откладывают средства к моменту выхода на пенсию. Немаловажным фактором является также страх перед возможными заболеваниями, заметно учащающимися после 50 лет.

На основе этой модели жизненного цикла были получены значительно более точные прогнозы поведения потребителей. Как показал Тилекоут, при существенных изменениях демографической структуры общества подобные эффекты могут ощутимо влиять на спрос, вызывая циклические колебания экономических показателей [17]³⁰.

♦ ♦ ♦

Сравнительный анализ приведенных моделей жизненного цикла разноплановых социокультурных систем позволяет выработать ряд рекомендаций, которые могут помочь исследователю повысить качество моделирования:

1) нецелесообразно искусственно увеличивать число фаз жизненного цикла. Большая часть моделей является четырехфазной, и рассмотрение более семи фаз чрезмерно усложняет анализ;

2) большинство рассматриваемых социокультурных систем имеет многоуровневую и многоплановую организацию. Процессы на разных уровнях идут с различной скоростью. Поэтому целесо-

²⁹ Критический возраст определяется с точностью до двух лет.

³⁰ См. также: Савельева И.М., Полетаев А.В. История и время. М., 1997.

образна более детальная и углубленная проработка механизмов функционирования различных подсистем и элементов, характерных для каждой фазы жизненного цикла;

3) многие модели страдают асимметричностью. Наиболее тщательно рассматриваются этапы роста, тогда как процессами спада и разложения нередко пренебрегают. Эпические картины гибели социальных систем привлекают внимание художественных натур. Ученые же предпочитают изучать процессы становления и подъема, изображая их, как правило, в виде логистической S-образной кривой. (По аналогии процесс спада также изображается логистической убывающей кривой.)

Заметим, что существуют модели жизненного цикла, в которых стадия упадка вообще не рассматривается. Так, в модели жизненного цикла общественного движения О.Рамштадта предполагается, что фаза институализации (превращения в партию) завершает жизненный цикл движения. Как рассматривать партию и движение — в виде одного целого или разных систем, зависит от позиции исследователя.

Таким образом, завершение жизненного цикла можно трактовать либо как гибель системы, либо как ее переход на качественно более высокую ступень развития. Здесь мы сталкиваемся с одной из наименее проработанных тем системного анализа — проблемой идентичности систем (см. § 1.3).

Задачи и упражнения

1. Верите ли вы, что любая социокультурная система рано или поздно погибает?
2. Постройте модель жизненного цикла студенческой жизни.
3. Может ли организация избежать бюрократизации?
4. Постройте модель жизненного цикла звезды рок-музыки.
5. Физик Макс Планк говорил, что "новые идеи побеждают не так, что их противников убеждают и они признают свою неправоту, а большей частью так, что противники эти постепенно вымирают и подрастающее поколение усваивает истину сразу"³¹. Есть ли подобные примеры в социологии?
6. Можно ли искусственно продлить жизненный цикл?
7. Есть ли жизненный цикл у идеологии; шлягера; метафоры?

31 Планк М. Избранные труды. М., 1975. С.656.

Литература

1. **Глазьев С.Ю.** Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: ВладДар, 1993.
2. **Гречко П.К.** Концептуальные модели истории. М.: Логос, 1995.
3. **Гумилев Л.Н.** Этносфера: История людей и история природы. М.: Экспресс, 1993.
4. **Здравомыслова Е.А.** Парадигмы западной социологии общественных движений. СПб.: Наука, 1993.
5. **Котлер Ф.** Основы маркетинга. М.: Бизнес-книга, 1995.
6. **Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П.** Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989.
7. **Полетаев А.В., Савельева И.М.** Циклы Кондратьева и развитие капитализма. М.: Наука, 1993.
8. **Смелзер Н.** Социология. М.: Феникс, 1994.
9. Современная западная социология науки. М.: Наука, 1988.
10. **Тойнби А.** Постижение истории. М.: Прогресс, 1991.
11. **Филонович С.Р., Кушелевич Е.И.** Теория жизненных циклов организации И. Адизеса и российская действительность //Социологические исследования. 1996. № 10. С. 63-71.
12. **Штомпка П.** Социология социальных изменений. М.: Аспект Пресс, 1996.
13. **Яковец Ю.В.** История цивилизаций. М.: ВладДар, 1995.
14. **Levinson P.J.** The seasons of a man's life. N.Y.: Knopf, 1978.
15. **Meu M. de.** The cognitive paradigm. Cognitive science, a newly explored approach to the study of cognition applied in an analysis of science and scientific knowledge. Dordrecht: Reidel, 1982.
16. **Modigliani F.** Life Cycle, Individual Thrift and the Wealth of Nations //American Economic Review. 1986. № 76. P. 297-313.
17. **Tylecote A.** The Long Wave in the World Economy. L.: Longmans, 1992.

Глава 7. Модели волновой динамики

7.1. Природа периодичности

Ученые часто иллюстрируют модели жизненного цикла так, как показано на рис. 6.1, где по оси абсцисс откладывается системное время — чередование фаз жизненного цикла. Наименование же оси ординат нередко не уточняется. Предполагается, что график изображает некую "линию жизни" системы, которая на протяжении одной фазы ведет себя достаточно гладко и монотонно.

Если связать системное время с календарным, а по оси ординат отложить значение какого-либо показателя, характеризующего функционирование системы, то перед нами предстанет весьма запутанная картина. В этом случае "линия жизни" будет играть роль главной тенденции, тренда, вокруг которого реальный показатель будет выписывать хаотические кренделя, зигзаги с чередованием неожиданных взлетов и необъяснимых падений. Часть флуктуаций вызывается случайными причинами, другие же можно объяснить и спрогнозировать, если удастся найти среди колебаний достаточно регулярно повторяющуюся составляющую — цикл, механизм воспроизводства которого действует на протяжении достаточно длительного отрезка времени.

Модели этого типа будем далее в этой главе называть моделями волновой динамики, попытаюсь отличить их таким образом от моделей жизненного цикла. Дело в том, что термины волны и циклы часто используются как синонимы, совершенно запутывая неопытных исследователей.

Что же может заставить социокультурные процессы периодически повторяться? Факторы, обуславливающие рекуррентный повтор одних и тех же состояний, могут носить как внешний для системы характер (экзогенный), так и внутрисистемный (эндогенный). По мнению мыслителей прошлого, виновником внешних периодических воздействий на жизнь социума чаще всего являлся космос.

Космические теории цикличности. Примерно в одном и том же месте небосвода с периодом двадцать лет в течение нескольких недель можно наблюдать Сатурн и Юпитер. Они восходят на востоке и заходят на западе. В древних рукописях и работах Кеплера это явление называется Великим соединением. Арабские философы считали, что двадцатилетняя периодичность Великого соединения Юпитера и Сатурна вызывала смену правителей на троне, восстания, государственные кризисы.

Представления о цикличности жизни, связанной с ритмами движения созвездий и планет, были распространены в Древней Греции. В восточной философии считалось, что времена блага и времена зла повторяются периодически. Добро и зло неизбежно чередуются, хотя каждому периоду присуща своя специфика. В круговорот, согласованный с ритмом звездных миров, включается и круговорот человеческих душ. Они возвращаются к новой жизни под знаком тех же созвездий.

Астрологические построения не признаются современной наукой, из чего не следует, что влияние космических сил нельзя исследовать достаточно строгими методами. В марте 1918 г.

А.Л.Чижевский (1897-1966) представил на историко-филологический факультет Московского университета диссертацию по всеобщей истории "Исследование периодичности всемирно-исторического процесса", в которой был собран и проанализирован материал по истории более 80 стран и народов человечества за 2500 лет. Статистический анализ исторических событий с участием народных масс показал, что в годы минимальной солнечной активности наблюдается минимум массовых движений (5%) и, наоборот, в годы максимальной солнечной активности происходило более 60% социальных катаклизмов.

В своей книге "Физические факторы исторического процесса" (1924) Чижевский делает вывод, что течение всемирно-исторического процесса составляется из непрерывного ряда циклов с периодом 11 лет, синхронных с пятнообразовательной активностью солнца [20, с. 151].

В 11-летнем всеобщем историческом цикле Чижевский выделяет следующие четыре фазы: минимальной возбудимости (3 года); нарастания возбудимости (2 года); максимальной возбудимости (3 года); падения возбудимости (3 года).

Поворотные пункты всемирной истории, по Чижевскому, в основном попадают на третью, главную фазу цикла. Именно в этот период достигает максимума влияние вождей, полководцев, ораторов, прессы; "...хотя историческая жизнь человечества не утихает ни на минуту и постоянно вспыхивает то в одном, то в другом участке Земли — в моменты максимумов солнцедятельности она получает почти полное развитие по всей поверхности планеты" [20, с. 142].

Надо сказать, что подобные гипотезы высказывались и другими учеными. Так, историк и астроном Д. О. Святский обратил внимание на то, что годы сильной солнечной активности (пятнообразовательной деятельности солнца) 1830, 1848, 1860, 1870, 1905 и 1917 были отмечены сильными общественными потрясениями (1830, 1848, 1870 — революции во Франции, 1860 — революция в Италии, 1905 и 1917 — революции в России). Одной из первых работ в данной области было исследование В. Гершеля о связи солнечной активности и колебаний цен на зерно (1801 г.).

Чижевский одним из первых обратил внимание на такие факторы исторического процесса, как моры, засухи, эпидемии, роль войн в уменьшении численности населения, волнообразные колебания климата. Чижевский считал, что "солнце не решает ни общественных, ни экономических вопросов, но в биологическую жизнь планеты оно безусловно вмешивается активно" [21, с.80],

катализируя человеческую деятельность за счет изменений психофизиологического фона организма. Он установил связь с солнечной активностью таких феноменов, как эпидемии, психопатические массовые истерии, частота преступлений, частота несчастных случаев и т.д.

Неблагоприятные в физиологическом отношении изменения окружающей среды усугубляют отрицательные моменты жизнедеятельности людей: у части населения усиливается угнетенное состояние психики, обостряется раздражительность и негативные реакции, что с большой вероятностью ведет к негативным социальным последствиям. В литературе рассматривались солнечные и климатические циклы с периодом 5-6, 11, 22, 33-35 лет.

По Л.Н. Гумилеву, эволюция человечества продолжается благодаря пассионарным толчкам, которые были описаны как эмпирическое обобщение, объясняющее колебания этносферы. Гумилев считает, что причина возникновения пассионарного толчка имеет явно неземное происхождение. Так, оказалось, что все датированные пассионарные толчки хронологически совпадают с минимумами солнечной активности либо периодами ее спада. Гумилев использует данные американского астронома Дж. Эдди, который составил график солнечной активности за 5 тыс. лет и обнаружил, что деятельность солнца варьируется настолько, что даже 11-летний цикл активности солнечных пятен, строго говоря, не прослеживается (период колебаний меняется). Так, максимальное число пятен приходилось на 1750, 1761, 1770, 1778, 1804, 1817, 1830, 1837, 1848, 1860, 1871, 1883, 1893, 1907 годы.

Волны и жизненные циклы. Волновые процессы могут быть обусловлены и внутрисистемными законами. Часть теоретиков полагает, что волновые колебания и жизненные циклы на самом деле тесно взаимосвязаны. Вспомним теорию аутопойезиса У.Матураны, утверждавшего, что живые системы поддерживают свою самождественность, осуществляя процесс воспроизводства своих компонентов (см. § 1.3).

Механизм воспроизводства управляет заменой гибнущих элементов системы новыми. При этом периодическая замена элементов системы ведет к тому, что анализируемый показатель или индикатор целостного поведения системы демонстрирует волновые колебания — результирующее значение показателя является как бы огибающей линией жизни сменяющих друг друга элементов.

Ряд механизмов этого типа будет рассмотрен ниже, здесь же посмотрим, как проблему размерности и сложности описания поведения систем пытается решить теория смены поколений.

Теория смены поколений. Если количество людей, участвующих в жизнедеятельности исследуемой социокультурной системы, достаточно велико, то уследить за влиянием жизненного цикла каждого индивида на поведение системы в целом невозможно. В борьбе со сложностью социума ученые ввели понятие поколения людей, технологий, техники, товаров и т.д., заимствовав термин у демографии, где его использование в рамках истории одной семьи вполне естественно (отцы и дети, бабушки и внуки ...). "...Поколение с социологической точки зрения объединяет людей с общим самосознанием, имеющих общий опыт, общие интересы и взгляды" [18]. В трудах многих социологов XIX и XX веков смена поколений рассматривалась как основная движущая сила исторического процесса, первопричина периодически повторяющихся изменений. Считая, что смена поколений обуславливает обновление общества, О. Конт придавал большое значение оптимальному соотношению между категориями изменения и постоянства, обеспечивающему необходимый ритм прогресса.

В 20-30-е годы XX века гипотезу смены поколений развивали искусствоведы, историки литературы. Во второй половине XX века фактор смены поколений фигурировал во многих политологических исследованиях. Наибольший вклад в разработку этой проблематики внес немецкий социолог К. Манхейм (1893-1947), полагавший, что в юности под влиянием внешних событий и окружения у индивида формируется определенная картина мира, через которую преломляется последующий жизненный опыт.

Этап формирования является первой фазой жизненного цикла поколения. Его границы возникают под воздействием внешних событий (кризисы, войны, революции), а также вследствие процессов самоорганизации. Энергия движения социума порождается волнами поколений, каждое из которых ищет линии размежевания от предыдущего поколения, и параллельно с установлением границ между поколениями происходит процесс поиска идей консолидации, формирующих образ данного поколения.

Основной этап жизненного цикла составляет так называемая "политическая жизнь" поколения, длящаяся, по мнению К. Манхейма, около 30 лет. Первые 15 лет поколение достигает политического совершеннолетия, борясь за власть с предыдущим поколением. Последние 15 лет поколение находится у власти и ведет борьбу со стремящимся его сместить молодым поколением.

Ряд ученых полагает, что политическая жизнь поколения длится дольше и составляет 40-50 лет. Столь большие расхождения в моделях жизненного цикла поколений вызывают у части иссле-

дователей сомнения в правомочности использования такого конструкта [17]³².

Поколение у Ортеги-и-Гасета (1883-1935) представляет собой синтез взаимосвязанных элементов, составляющих новое социальное целое в его разнообразии, "следующее по дороге жизни в соответствии с заданной траекторией". Противоположность двух основных элементов поколения — элиты и массы — соответствует полемическим эпохам, или "времени молодых", а их сплочение — кумулятивным эпохам, или "времени стариков".

"Изменения жизненного мироощущения, являющиеся решающими в истории, предстают в форме поколений. Поколение — это и не горсть одиночек, и не просто масса: это как бы новое целостное социальное тело, обладающее и своим избранным меньшинством, и своей толпой, заброшенное на орбиту существования с определенной жизненной траекторией... Его члены приходят в мир с некоторыми типичными чертами, придающими им общую физиономию, отличающую их от предшествующего поколения. В пределах этой идентичности могут пребывать индивиды, придерживающиеся самых разных установок. Каждое поколение представляет собой некую жизненную высоту, с которой определенным образом воспринимается существование" [13, с. 5].

Взаимодействие поколений не всегда протекает спокойно. Так, обострением конфликта "отцов и детей" некоторые ученые объясняют молодежные волнения 1968 г.

В настоящее время в научный оборот вводятся новые интерпретации понятия "поколение", обнаруживающие связи между поколениями, историей и памятью и интегрирующие в изменение поколения социальную и историческую детерминированность когнитивных моделей.

Социологическая теория смены поколений тесно связана с популярной в западной политологии теорией элиты [1]. Одним из родоначальников этой теории является итальянский социолог В. Парето (1848-1923), который для объяснения социальной динамики разработал концепцию циркуляции элит. Парето считал, что исторический процесс развития социума как единого

³² Конечно, многие качественные категории обществоведения являются еще более неопределенными и размытыми, но концепция поколения имеет смешанный качественно-количественный характер. Отсутствие среди ученых согласия по количественным характеристикам поколения говорит о необходимости более глубокого изучения проблем измерения этой переменной (см.: Савельева И.М., Полетаев А.В. История и время. М., 1997).

целого можно представить в виде циркуляции основных типов элит: коммерческой, военной, религиозной. Предполагается, что социум находится в состоянии динамического равновесия, т.е. колеблется около состояния равновесия, образуя социальные циклы. Течение конкретного цикла определяется характером циркуляции элит: "Элиты возникают из низших слоев общества и в ходе борьбы поднимаются в высшие, там расцветают и в конце концов вырождаются, уничтожаются и исчезают..." [36, с. 34].

Используя терминологию Макиавелли, Парето выделял два главных типа элит, которые сменяют друг друга мирным или революционным путем. В стабильной политической системе преобладает элита "львов" (консерватизм, силовые методы управления). При неустойчивом состоянии политической системы процветает элита "лис" (прагматики, новаторы, комбинаторы). Каждая из элит обладает определенными преимуществами и недостатками, их постоянная смена вызывается периодическими изменениями потребностей руководства обществом. Парето считал, что для нормального функционирования социального механизма необходим пропорциональный приток в элиту и "львов" и "лис". Отсутствие обновления приводит к вырождению властвующей элиты и победе "контрэлиты", а история оказывается кладбищем аристократии.

В заключение приведем поэтические медитации на эту тему В. Хлебникова: "Истина разное понимается поколениями. Понимание ее меняется у поколений, рожденных через 28 лет... Следует перейти к качающемуся маятнику поколений на земле. Для этого берутся года рождений борцов — мыслителей, писателей, духовных вождей народа многих направлений, и, сравнивая их, приходишь к выводу, что борются между собой люди, рожденные через 28 лет, т.е. что через это число лет истина меняет знак... Истина рожденного в n-м году обратна истине рожденного в (n- 28)-м году. Впрочем, иногда тянутся две нити" [19, с. 648].

7.2. Волны экономической динамики

Динамика экономического развития безусловно связана с динамикой развития социальной, политической и культурной сфер. Все перечисленные процессы могут иметь собственные механизмы развития, но базисное, определяющее влияние на жизнь социума, по мнению большинства ученых, оказывают именно экономические факторы.

В последние годы в социально-экономической литературе при описании волновой динамики чаще всего используется термин

Наименование цикла	Политико-деловой	Деловой	Строительный (цикл Кузнец)	Кондратьевский	Лидерства
Период цикла, годы	4-5	6-12	15-25	45-65	100-150

Таблица 7.1. Виды экономических циклов

"цикл". В табл. 7.1 приведены периоды циклов, вызывающих у экономистов наибольший интерес.

Огромное число экономических исследований посвящено изучению различных циклов. Узнав о существовании циклов, политики пытаются использовать эти знания на благо общества, не забывая и о своих интересах. Если грядущие выборы совпадут с циклическим экономическим спадом, то избиратели (не читавшие книг по экономике) могут проголосовать против партии, находящейся у власти. Естественно, политики пытаются воздействовать на экономику, организовав тем самым так называемый политико-деловой цикл, период которого составляет 4 или 5 лет в соответствии с электоральным циклом конкретной страны.

Основной механизм образования политико-делового цикла действует следующим образом. Первые годы своего правления правительство накапливает ресурсы (в основном финансовые) с тем, чтобы перед выборами пустить их в дело, добиваясь улучшения хотя бы одного показателя (безработица, инфляция, темп экономического роста). При этом абсолютное значение данного показателя за весь период нахождения у власти может снизиться. Считается, что "избиратели чувствительны не столько к абсолютным размерам экономических показателей, сколько к их изменению. Так, отрицательное воздействие в большей степени производит не относительно устойчивый высокий уровень безработицы, а его увеличение в год перевыборов; не медленные темпы роста, а их торможение, то есть то, что общественное мнение трактует как ухудшение экономической ситуации. Выбрав определенные приоритеты в экономическом регулировании, правительство широко пропагандирует свои достижения, всячески убеждая электорат в своей способности эффективно управлять экономикой" [14].

Создание дополнительных финансовых резервов может быть причиной снижения абсолютного значения приоритетного показателя, да и в целом состояние экономики может ухудшиться³³.

³³ Заметим, что предвыборная кампания сама по себе является довольно значительной нагрузкой на экономическую систему.

Таким образом, теория политико-делового цикла утверждает, что в борьбе за власть политики нередко пренебрегают общественными интересами. Одно из первых серьезных исследований этой проблемы было опубликовано Э. Тафтом в 1978 г. В [39] американский ученый обосновывал свои выводы на материале Западной Европы. В частности, он отмечал, что снижение налогов, ведущее к быстрому росту доходов на душу населения, происходит чаще всего в предвыборный год. Позднее аналогичные явления были обнаружены в экономике США.

Как уже указывалось, наиболее уважаемым в среде экономистов считается исследование моделей делового цикла. За теории делового цикла присуждено несколько Нобелевских премий, а соответствующие результаты излагаются во всех учебниках по макроэкономике. Мы не будем останавливаться на чисто экономических причинах колебаний, а сделаем акцент на факторах, носящих социально-экономический характер. Так, в модели "неверных представлений работников" предполагается, что причиной краткосрочных колебаний экономики является непонимание работником разницы между реальной и номинальной заработной платой. Считается, что работник ориентируется в первую очередь на уровень номинальной заработной платы, тогда как снижение реальной заработной платы вследствие роста цен воспринимается не так болезненно. В свою очередь снижение реальной заработной платы дает возможность повысить занятость.

По мнению сторонников "модели реального экономического цикла", человек устраивается на работу, если оплата труда достаточно высока. Когда же оплата труда оказывается низкой, часть работников предпочитает отдыхать. В данной модели предполагается, что колебания занятости определяются выбором периодов трудовой активности. Экономические потрясения приводят к временному повышению уровня оплаты труда, что вызывает увеличение предложения труда и в свою очередь приводит к росту объема производства [12, с.554].

Различные модели деловых циклов до сих пор вызывают среди экономистов жаркие дискуссии. Часть экономистов считает одной из причин колебаний несовершенство рыночных механизмов и полагает, что вмешательство государства способно сгладить колебания. Другие напротив считают, что возможности государства в сфере регулирования экономики ограничены.

Прогнозирование экономических колебаний играет огромную роль в политической борьбе. Так, в США в 1990 г. начался краткосрочный спад, завершившийся уже в 1991 г.— за год до прези-

дентских выборов 1992 г. Однако симпатизировавшие демократам средства массовой информации продолжали публиковать пессимистические прогнозы развития экономики на протяжении всей предвыборной кампании [9].

Циклы Кузнеця. Нобелевский лауреат С. Кузнец выявил в экономической динамике так называемые строительные циклы с периодом 15-25 лет. Эти циклы связаны с периодическим массовым обновлением жилых и производственных помещений. С.Кузнец не сомневался в наличии циклической составляющей в динамике выпуска и ценах отдельных товаров со средним периодом около 20 лет. Синхронные циклы были выявлены в платежном балансе, росте денежной массы, внутривосточных инвестициях и межвосточных потоках капитала. Основной причиной колебаний Кузнец считал демографические процессы, связанные со сменой поколений, ростом населения, внешней и внутренней миграциями.

Тем не менее ряд ученых считает, что циклы Кузнеця наблюдаются только в объемах жилищного строительства. Спорность многих положений циклических теорий вызвана тем, что экономические процессы описываются не одной сотней индикаторов. Поэтому, говоря о динамике социально-экономической системы, следует рассматривать циклы, носящие комплексный характер. То есть целый ряд показателей (но не все!) должен иметь сходную циклическую динамику, связанную единым причинно-следственным механизмом.

Индикаторы, характеризующие данный цикл, принято делить на три вида: лидирующие, совпадающие и отстающие. Такой показатель, как индексы цен на сырье, является лидирующим, занятость и валовой национальный продукт — совпадающими, а инвестиции в нежильщный сектор — отстающими [17].

Необходимо также различать циклы в динамике абсолютных значений показателя и циклы в динамике темпов его роста. Если динамика данного показателя соответствует графику синуса, то темпы изменения значений показателя (скорость) подобны косинусу со сдвигом на $1/4$ периода.

7.3. Волны Кондратьева

Выдающийся русский экономист Н.Д. Кондратьев (1892- 1938), исследуя с помощью методов математической статистики динамические ряды большого числа экономических показателей (индекс цен, уровень заработной платы, объем внешней торговли, добыча угля, золота и др.), выявил наличие длинных волн конь-

юнктуры в мировой капиталистической экономике. В начале 20-х годов Кондратьев пришел к выводу, что циклические движения представляют собой процесс отклонений от состояния равновесия. Фазы роста больших циклов, по Кондратьеву, обусловлены внедрением технических изобретений, развитием новых отраслей промышленности.

Утверждение о неизбежности наряду со спадами периодических подъемов в западной экономике вызвало ожесточенную критику теории Кондратьева со стороны Л.Д.Троцкого и его сторонников. В работах 1923-1928 гг. Кондратьев продолжал развивать свою теорию. В 1930 г. он был арестован и осужден по делу "трудовой крестьянской партии", а в 1938 г. осужден повторно и расстрелян.

Гонения на теорию Кондратьева, начавшиеся в 20-30-е годы, по инерции продолжались до начала перестройки. В монографиях по теории длинных волн в экономике [10, 17, 24] дается достаточно полный обзор теорий циклическости в экономике, в том числе опубликованных в последние годы.

Выдающуюся роль в разработке проблем циклическости сыграл Й.Шумпетер, который был одним из первых экономистов, пытавшихся построить целостную, логически связанную теорию экономического развития, основанную на исследовании микроэкономических основ динамики макроэкономической системы. Шумпетер считал основной движущей силой развития экономики предпринимателей и уделял много внимания особенностям их поведения: способности идти на риск, придумывать новые технологические идеи, разрабатывать новые, не использовавшиеся ранее комбинации [23].

Принимая те или иные решения, руководители, как правило, имеют определенную точку зрения на их последствия. Таким образом, они рассуждают об объекте управления в терминах причинно-следственных связей (возможно, неосознанно). В последние годы появился ряд исследований поведения предпринимателей, базирующихся на принципе ограниченной рациональности Г.Саймона. Такой подход позволил построить ряд моделей, объясняющих циклический характер многих экономических процессов [34].

Из многочисленных моделей, объясняющих феномен волн Кондратьева чисто экономическими причинами, пожалуй, наибольшим авторитетом последнее время пользуется гипотеза об определяющем влиянии волн научно-технического прогресса на динамику развития экономики. Последние годы исследования данной проблематики происходят в рамках новой экономической па-

радикалы — эволюционной экономики. Введенный Нельсоном и Винтером термин акцентирует внимание на идее естественного экономического отбора, когда "развитие конкурентоспособных хозяйственных субъектов происходит за счет вытеснения из экономического пространства других членов популяции хозяйствующих субъектов. Процесс естественного отбора формирует определенный «организационный генотип» — свойства и характеристики хозяйствующих субъектов, позволяющие им выжить и развиваться в меняющихся условиях экономической среды" [3, с. 26].

Наличие длинных волн экономической динамики объясняется неравномерностью инновационной активности. Базисные нововведения, связанные с радикальной перестройкой производства, внедряются неравномерным или случайным образом. Они самоорганизуются в кластеры, конституирующие новые технологические направления. В условиях благоприятной конъюнктуры предприниматели предпочитают избегать чрезмерного риска, связанного с коренной перестройкой производства, пытаются ограничиться рационализацией и усовершенствованием существующих технологических процессов.

"В периоды депрессий, когда само существование огромного количества хозяйственных единиц ставится под угрозу, предприниматели оказываются вынуждены рисковать, понимая, что незначительные улучшения не приведут к кардинальному изменению ситуации" [17, с. 56-57].

Через 10-15 лет после базисных нововведений начинается повышение экономической конъюнктуры и создаются благоприятные условия для дополняющих нововведений. Формируется новый технологический уклад, жизненный цикл которого составляет около 100 лет (см. § 6.2). Технологические уклады доминируют в экономике, последовательно сменяя друг друга, вызывая тем самым колебания траектории экономического развития.

В.И.Маевский, основываясь на идеях Н.Д.Кондратьева, Й.Шумпетера, А.Грублера, С.Маркетти, С.Ю.Глазьева, предложил следующую модель волн Кондратьева (рис. 7.1).

Как показано на графике, в экономике одновременно действуют несколько технологических укладов x с периодом жизни 100-150 лет. Зарождение нового технологического уклада по времени совпадает с началом падения эффективности доминирующего уклада.

Суммарная траектория экономической эволюции испытывает колебания вокруг повышающего тренда. Как полагает Маев-

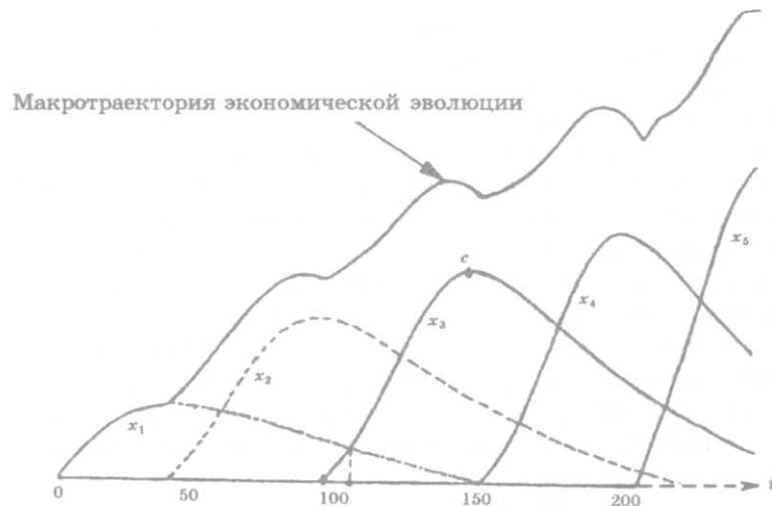


Рис. 7.1. Траектории эволюции укладов

ский, "понижительная волна кондратьевского цикла не связана с деградацией (отмиранием) доминирующего уклада. Она имеет место в то время, когда доминирующий уклад приближается к вершине своего господства, к максимально возможной степени использования своего потенциала. Понижающий эффект обусловлен тем, что скорость роста доминирующего уклада оказывается ниже, чем скорость отмирания старых укладов, сосуществующих наряду с доминирующим" [8, с. 90].

Большинство теорий исходит из чисто экономических предпосылок, однако ряд экономистов уделяет большое внимание социальным факторам. Некоторые зарубежные ученые (К. Перес, И.Миллендорфер) являются сторонниками интегрированного подхода, объясняющего явление периодичности взаимодействием технико-экономических и социальных сфер. Отмечается, что при определенных условиях социологические факторы действуют на экономическую эффективность негативно и могут привести к кризису. Одной из причин кризисов является рассогласование скоростей инноваций в экономической и социальных областях. В теории Миллендорфера подчеркивается, что колебания социо-психологических факторов, формулирующих поведение человеческих индивидуумов и связанных некоторой константой, отражающей связь и смену поколений, задают ритм колебаний и других социально-экономических процессов.

7.4. Циклы борьбы за мировое лидерство

Рассмотрим другие факторы неравномерного развития экономики. Ряд ученых полагает, что основной причиной длинных волн в экономике являются крупные войны. Отмечая важность учета влияния войн и социальных потрясений, Н.Д.Кондратьев тем не менее не считал их основной силой исторического развития. "Войны и революции равным образом не могут не иметь весьма глубокого влияния на ход хозяйственного развития. Но войны и революции не падают с неба и не рождаются по произволу отдельных лиц. Они возникают на почве реальных и прежде всего экономических условий.

Таким образом, и войны, и социальные потрясения включаются в ритмический процесс развития больших циклов и оказываются не исходными силами этого развития, а формой его проявления. Но раз возникнув, они, конечно, в свою очередь оказывают могущественное, иногда пертурбирующее влияние на темп и направление экономической динамики" [5, с. 210].

Иначе оценивают роль войн сторонники мир-системного подхода. И.Валлерстайн, Ф.Бродель и другие авторы полагают, что в течение последних 500 лет сформировалась широкая экономическая система, представляющая собой целостное объединение государств, не имеющее центральной политической власти. Согласно теории Валлерстайна, страны, входящие в мир-систему, разделяются на центральные, полупериферийные и периферийные. Считается, что центральные страны управляют периферийными, ведя при этом непрерывную борьбу между собой за мировое лидерство [30]. Неравномерность экономического развития, появление новых претендентов на мировое лидерство приводит к обострению борьбы за ресурсы, "жизненное пространство", рынки сбыта, сферы влияния. Периодическая дестабилизация системы международных отношений в конечном счете заканчивается масштабными войнами, которые приводят к смене гегемона.

Среди сторонников мир-системного подхода есть два течения. Одно течение (его можно назвать геополитическим) делает упор на военную силу, морской флот и стремление государств возглавить мировой порядок. Другое течение считает главными экономические факторы.

Небольшие, локальные военные конфликты в истории возникали настолько часто, насколько позволяли ресурсы и агрессивность хотя бы одной из сторон конфликта. Что же сдерживает социальные системы от слишком частых кровавых

конфликтов? По мнению ряда ученых, основным сдерживающим фактором является социальная память. Знаменитый историк А.Тойнби обнаружил в истории, начиная с XVI века, 115-летний цикл войны и мира. В своем анализе он опирался на исследования американского политолога К.Райта, который выявил определенную периодичность возникновения крупных, интенсивных войн (период 50-60 лет).

Наличие периода длиной в два поколения Тойнби объяснил тем, что выжившее в войне поколение передает ощущение ужаса от войны своим детям. Однако когда военные истории рассказываются внукам, тяготы войны уже стираются из памяти и в рассказах делается упор на героические и величественные военные подвиги. Поэтому внуки вновь готовы к испытаниям и мечтают о военной славе³⁴.

Когнитивную гипотезу о длительности социальной памяти в два поколения поддерживали многие ученые (Шумпетер, Форрестер). Казалось бы, эту гипотезу опровергает то, что вторая мировая война началась всего лишь через 20 лет после первой мировой. Сторонники данного подхода объясняют этот неудобный факт тем, что считают вторую мировую войну просто продолжением первой мировой, которая осталась какой-то незавершенной.

В датировке циклов борьбы за мировое лидерство среди ученых нет единства. Тойнби выявил в истории три цикла (1568-1672, 1672-1792 и 1792-1914 гг.). Каждый цикл имел четыре фазы: общая война, жизненное пространство, поддерживающие войны, общий мир. Дж.Модельски и У.Томпсон в докладе на Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Н.Д.Кондратьева (Москва, 1992), предложили свою датировку циклов [11]. По их мнению, циклы развития данной страны делятся на два этапа: обучения (подъема) и лидерства (упадка). Каждый из них подразделяется на четыре фазы. Первый этап состоит из таких фаз, как определение основных проблем, тре-

34 Казалось бы, социально-психологические факторы не могут серьезно повлиять на принятие важных внешнеполитических решений. Другой точки зрения придерживался З. Фрейд. Он даже отказался участвовать в движении борцов за мир, потому что считал войны неизбежным следствием периодических вспышек агрессивности. Как писал Юнг, "подобно тому, как реки весной, наполняясь водами, выходят из берегов, образуя бурные потоки, а на исходе лета высыхают и мелеют, так же и архетипические структуры актуализируют импульсы агрессии, находящие бурное выражение в войне, а затем возвращают человечество к миру" [38].

Таблица 7.3. Длинные циклы мировой политики

Страна	Период, годы
Португалия	1494-1580
Нидерланды	1580-1688
Британия	1688-1792
	1792-1914
Соединенные Штаты Америки	1914-2030

бующих решения; создание коалиции союзников; принятие решений на макроуровне; проведение их в жизнь. Второй этап содержит следующие фазы: мировая война; положение великой державы; утрата легитимности (табл. 7.2).

В таблице указаны страны-лидеры. Неудачливыми претендентами были сначала Испания, затем дважды Франция, Германия и СССР. Как видно из таблицы, авторы считают, что фаза системных войн начнется в 2030 г., причем основным соперником США скорее всего будет Китай или Индия.

Более пессимистичен прогноз американского ученого Дж.Гольдштейна. По его мнению, мировая война может начаться ранее 2020 года. Американский политолог в 1987 г. опубликовал работу, в которой разработал концепцию длинных волн, порождаемых войнами, их последствиями и подготовкой к ним [29]. Проанализировав данные о войнах примерно за 500 лет, Гольдштейн обнаружил определенную периодичность, объясняемую им тем, что войны разрушают производство и производственные силы. Это заставляет государства сосредотачиваться на внутренних проблемах. По мере того как из памяти поколений стирается психологический эффект предыдущей войны, а производственный потенциал увеличивается, создаются предпосылки для новой борьбы за гегемонию.

Циклы борьбы за мировое лидерство отражают подъем и упадок великих держав, а циклы Кондратьева — подъем и упадок ведущих отраслей экономики. Ясно, что эти два глобальных процесса должны быть скоординированы [11]. Обобщая результаты ряда авторов, Гольдштейн разработал причинно-следственную модель волн Кондратьева, учитывающую временное запаздывание во взаимодействии различных факторов. Характер запаздывания дается в циклическом времени (один полупериод равен 25 годам) (рис. 7.2).

Начнем просмотр колеса времени с точки максимума темпов роста производства (-15). Последующие 5 лет темпы роста снижаются. Объем инвестиций, достигнув максимума, начинает сокра-



Рис. 7.2. Колесо времени волн Кондратьева

щаться, что через 5 лет сказывается на инновационных процессах. Через 10 лет после сокращения эффективности производства наступает время, когда период промышленной экспансии трансформируется в масштабные войны за передел ресурсов. Через несколько военных лет цены достигают максимума, а реальная зарплата, естественно, минимума. Затем лет на десять наступает

стагнация, что создает условия для очередного инновационного прорыва. Внедрение новых технологий обеспечивает рост эффективности производства, о войнах стараются не вспоминать. Экономический рост создает возможности для снижения цен и роста потребления. Однако последующие 10 лет реальная зарплата не меняется, зато растут расходы на оборону.



Основной механизм, генерирующий колебания по Гольдстайну, показан на рис. 7.3.

Рис. 7.3. Механизм волны

Центральную роль играет взаимодействие двух факторов — снижения эффективности производства и сокращения темпов экономического роста с запаздыванием примерно на 10 лет, что ведет к возникновению масштабных и жестоких войн за рынки и ресурсы. Чем больше накоплено финансовых ресурсов, чем выше военный потенциал, тем более ожесточенными и продолжительными будут военные действия (связь положительная, имеет знак «+»).

Масштабная война постепенно ведет к истощению всех видов ресурсов, падению экономического потенциала, росту цен и снижению жизненного уровня. Чем больше интенсивность и продолжительность военных действий, тем глубже спад производства продукции всех видов, кроме, может быть, военной (связь отрицательная, знак «-»).

В наиболее полном виде модель Гольдштейна представлена на рис.7.4.

В экономической части модели добавлено два фактора — инновации и инвестиции. Большинство сторонников инновационной концепции генерации длинных волн полагают, что рост произ-

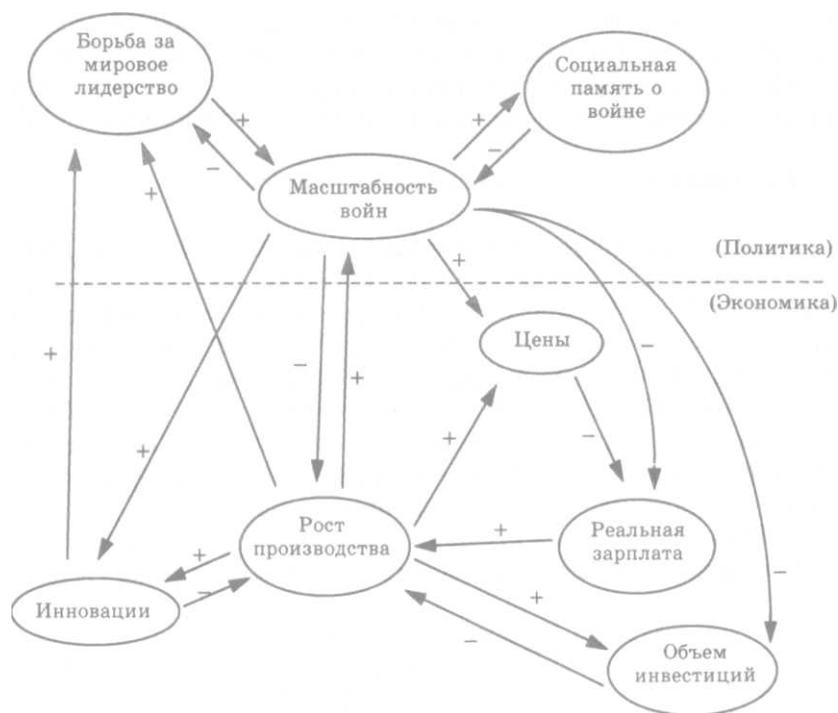


Рис. 7.4. Модель Гольдштейна

водства ведет к снижению инновационной активности. Точнее, внедряются инновации, не затрагивающие ключевых позиций доминирующего технологического уклада. Однако снижение инновационной активности постепенно приводит к снижению темпов экономического роста. Войны же благотворно влияют на инновационную активность.

Инвестиционная модель развивалась Кондратьевым, Форрестером и рядом других ученых. Предполагается, что реализация крупных проектов увеличивает спрос на инвестиции. Рост спроса на инвестиции увеличивает стоимость капитала, что постепенно снижает объем инвестиций, а затем и объем производства. Гольдштейн в своей модели попытался синтезировать различные подходы к объяснению волновой динамики, уделяя внимание не только базовым экономическим параметрам, но и социально-психологическим факторам (верхняя часть модели).

Как уже указывалось, одно из наиболее популярных объяснений 50-летней периодичности масштабных и жесточенных военных кампаний связано с так называемой гипотезой двух поколений. По мнению Гольдштейна, социальная память является вспомогательным фактором, регулирующим длительность колебаний. В целом модель Гольдштейна содержит восемь переменных и восемнадцать взаимосвязей, аккумулируя при этом важнейшие черты существующих теорий возникновения волн Кондратьева.

7.5. Волновые процессы в политической сфере

Большое внимание проблеме цикличности уделяли зарубежные политологи. Американский политолог Ф. Клинберг опубликовал в 1952 г. [31] прогноз, в котором указывалась опасность для США острого внешнеполитического кризиса в 60-е годы. И действительно, началась война во Вьетнаме. Прогноз Клинберга базировался на выявленной им закономерности — чередовании двух фаз в американской внешней политике (табл. 7.3). Для первой фазы, названной им интровертной, характерна замкнутая, осторожная политика сохранения национальной общности. Вторая фаза называется экстравертной и характеризуется прямой дипломатией, военным и экономическим давлением на другие страны.

Таблица 7.3. Периоды внешней политики США

Фаза	Годы			
I	1776-1798	1824-1844	1871-1891	1918-1940
II	1798-1824	1844-1871	1891-1918	1940-

В своих работах Клинберг с помощью методов контент-анализа проанализировал огромное число внешнеполитических документов и показал, что во время экстравертной фазы в отношениях между президентом и конгрессом доминирует президент, а во время интровертной — конгресс [32].

Американский политолог Дж.Наменвирс опубликовал в 1970 г. исследование предвыборных политических платформ Республиканской и Демократической партий США. С помощью контент-анализа он проанализировал частоту использования 73 политических категорий. Его ученик Р.Вебер провел аналогичное исследование тронных речей английской королевы. В обоих случаях были выявлены волны с периодом около 50 лет [35].

Каждая волна (или цикл) имеет четыре фазы, во время которых в политической жизни явно преобладают ценности сначала прогрессивные, затем космополитические, потом консервативные и завершает волну фаза, для которой характерны замкнутость, изоляционизм (parochial value). На рис. 7.5 показаны даты последнего исследованного авторами цикла, графически представленного в форме колеса.

На "колесе" отмечены пики соответствующих фаз, расстояние между которыми составляет ровно 12 лет. В [35] не приводятся какие-либо аргументы, подтверждающие столь высокую точность политического хронометра, скорее всего она является следствием применяемых статистических процедур.



Рис. 7.5. Фазы политического цикла США

Авторы обнаружили, что их волны синхронны с волнами Клинберга: прогрессивная и космополитическая фазы соответствуют экстравертной фазе, консервативная и замкнутая фазы соответствуют интровертной фазе. Более того, оказалось, что политические волны почти синхронны с волнами Кондратьева³⁵ (табл. 7.4).

Таблица 7.4. Сравнение экстремальных значений волн

Страна	Минимум экономического цикла	Пик изоляционизма	Максимум интровертной фазы	Максимум экономического цикла	Пик фазы космополитических ценностей	Максимум экстравертной фазы
Великобритания	1783	1790		1815	1816	
	1837	1842		1866	1868	
	1884	1894		1921	1920	
	1938	1946		1967	1972	
США	1783	1788		1815	1912	1811
	1837	1836	1830	1866	1860	1858
	1884	1884	1881	1921	1908	1905
	1938	1932	1929	1967	1956	1954

Примечание. В таблице приводятся даты экстремальных значений соответствующих волн, таким образом рассматривается только половина периода волны.

И Клинберг, и Наменвирс полагали, что основным механизмом, вызывающим волны в политике, является процесс смены поколений.

Известный американский политолог А. Шлезингер-младший опубликовал фундаментальную монографию о циклах в американской истории [22], в которой основное внимание уделяет обоснованию концепции его отца, обнаружившего следующую закономерность. В политической жизни США XIX-XX веков последовательно сменяют друг друга волны консерватизма и либерализма. Шлезингер-старший насчитал шесть фаз либерализма, для которых характерен процесс роста демократии, и пять периодов консерватизма, в которых демократия сохраняется на прежнем уровне. Средний период колебаний составляет приблизительно 33 года. Используя эту схему, Шлезингер-старший правильно предсказал результаты выборов (смену правящих партий) в 1924, 1939 и 1947 гг., причем прогнозы были опубликованы не за 2-3 месяца, а за 2-3 года до соответствующих выборов.

35 Датировка волн Кондратьева осуществлена по данным ван Дейна [27].

Шлезингер-младший отмечает, что указанные циклы не связаны с экономическими циклами, а обусловлены явлениями самоорганизации. Психологическое обоснование перемен он видит в свойствах природы человека: "Люди никогда не бывают полностью удовлетворены — если они получили желаемое, то уже хотят чего-то иного" [22]. Для обоснования периодичности используется также теория смены поколений. Предполагается, что политическая жизнь одного поколения составляет около 30 лет. Первые 15 лет данное поколение борется за власть со старшим поколением и, завоевав власть, вторые 15 лет удерживает ее.

Шлезингер считает, что "общественная акция, имеющая целью улучшить наше положение, вызывает значительные перемены, следующие одна за другой, причем в сжатые сроки. Реформы в Соединенных Штатах похожи на стрельбу очередями. В конце концов потоком нововведений начинает захлебываться сам социально-политический организм, которому требуется время, чтобы их переварить. Способность нации к выполнению политических обязательств, требующих от нас высокого напряжения, ограничена. Природа требует передышки. Люди неспособны более заставлять себя продолжать героические усилия. Они жаждут погрузиться в свои личные житейские дела... Общественные проблемы передаются на попечение невидимой руки рынка" [22, с. 46-49].

Однако эпоха господства частных интересов не может длиться вечно. Постепенно "людям надоедают эгоистические мотивы и перспективы, они устают от погони за материальными благами в качестве высшей цели. Целевые группы населения оказываются позади в гонке приобретательства. Интеллектуалы отчуждаются... Люди начинают искать в жизни смысл, не замыкаясь на себе самих. Наконец, что-то играющее роль детонатора — какая-либо проблема, грандиозная по масштабам и по степени опасности, которую неспособна разрешить невидимая рука рынка, — ведет к прорыву в новую эпоху в политической жизни страны" [22, с. 49].

Американский политолог Барбер, анализируя основные темы президентских кампаний в США, выявил интересную закономерность. Начиная с 1900 г. прослеживается четкий 12-летний цикл, в котором каждые четыре года, последовательно сменяя друг друга, чередуются основные темы предвыборных компаний: конфликт, совесть и примирение. Причем фаза примирения приходится точно на пик фаз в волнах Наменвирса [25].

Однако большинство исследователей все же связывают пульсации политических процессов с волнами Кондратьева. Так, специалисты отмечают своеобразные бумы в появлении утопичес-

ких течений и создании социальных движений. Датировка этих подъемов утопических настроений 20-30-е и 70-80-е годы XIX и XX веков практически совпадает с фазами депрессии кондратьевских волн. Ряд ученых связывает с кондратьевским циклом волны забастовочной активности [17, 33].

Задачи и упражнения

1. Могут ли природные явления вызвать волновые процессы в экономике или политике?
2. П.А.Сорокин считал концепцию смены поколений слишком расплывчатой и не имеющей объяснительной силы. Можно ли сделать понятие "поколение" более четким?
3. Начал ли формироваться механизм политико-делового цикла в России?
4. Могут ли когнитивные факторы влиять на образование волн в экономике?
5. Возможны ли какие-либо социальные конвенции по поводу волн Кондратьева? Целесообразно ли изменить период колебаний? Следует ли ограничивать амплитуду (размах) колебаний?
6. В литературе опубликовано много гипотез о наличии в российской истории волн с периодом 3, 5, 9 и более лет [2, 7, 24]. В частности речь идет о наличии в XX веке 12-летнего цикла: 1905; 1917; 1929; 1941; 1953; 1965; 1977; 1989 гг. Каков механизм образования этих волн?
7. В период кризиса штудии литературы по волновой тематике вселяют оптимизм. Какие чувства вызывает волновая тематика в период подъема?
8. Приведите примеры действия эффекта запаздывания в политических процессах.
9. Цикл Шлезингера можно трактовать как последовательную смену право- и левоцентристских настроений электората. Прослеживаются ли подобные флуктуации в странах Западной Европы?

Литература

1. **Ашин Г. К.** Современные теории элиты: критический очерк. М., 1985.
2. Волновые процессы в общественном развитии. Новосибирск, 1992.
3. **Глазьев С.Ю.** Теория долгосрочного технико-экономического развития. М., 1993.
4. **Ильин В. В.** Особенности законов гуманитарных наук // Проблема закона в общественных науках / Под ред. П. А.Рачкова, В.С. Манешина. М., 1989.
5. **Кондратьев Н. Д.** Проблемы экономической динамики. М., 1989.
6. **Кондратьев Н.Д.** Избранные сочинения. М.: Экономика, 1993.

7. **Кузьменко В.П.** Инвестиционная политика в регионе. Киев: Наукова думка, 1992.
8. **Маевский В.И.** Введение в эволюционную макроэкономику. М., 1997.
9. **Меньшиков С.М.** Западная экономика: преодоление кризиса // Проблемы теории и практики управления. 1994. № 5. С. 6-11.
10. **Меньшиков С. М., Клименко А. А.** Длинные волны в экономике. Когда общество меняет кожу. М., 1989.
11. **Модельски Дж., Томпсон У.** Волны Кондратьева, развитие мировой экономики и международная политика // Вопросы экономики. 1992. № 10. С.49-57.
12. **Мэнкью Г.** Макроэкономика. М., 1994.
13. **Ортега-и-Гассет Х.** Что такое философия? М.: Наука, 1991.
14. **Переходы и катастрофы: Опыт социально-экономического развития.** М.: МГУ, 1994.
15. **Плотинский Ю.М.** Анализ риска социальных реформ // На пути к постиндустриальной цивилизации. Материалы II Международной Кондратьевской конференции. М., 1996. С. 228-237.
16. **Плотинский Ю.М.** Циклические модели прогнозирования развития США // Вестник МГУ. Сер. 18 "Социология и политология". 1996. № 2. С.68-70.
17. **Полетаев А.В., Савельева И.М.** Циклы Кондратьева и развитие капитализма. М.: Наука, 1993.
18. **Социологический словарь.** Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1997.
19. **Хлебников В.** Творения. М., 1987.
20. **Чижевский А.Л.** Ближе к солнцу — ближе к истине. Из книги "Физические факторы исторического процесса" // Сибирские огни. 1990. №9. С. 136-156.
21. **Чижевский А.Л.** Земное эхо солнечных бурь. М., 1973.
22. **Шлезингер А.М.** Циклы американской истории. М.: Прогресс, 1992.
23. **Шумпетер Й.** Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982.
24. **Яковец Ю.В.** Закономерности научно-технического прогресса и их планомерное использование. М., 1984.
25. **Barber J.** The Pulse of Politics. N.Y.: Norton, 1980.
26. **Batra R.** The Great Depression of 1990. N. Y., 1985.
27. **Duijn J.J. van.** The long wave in economical life. L.: George and Unwin, 1983.
28. **Green K.B. de.** The Kondratiev Phenomenon: A Systems Perspective // Systems Research. 1988. Vol. 5. № 4. P. 281—298.
29. **Goldstein J.S.** Long Cycles: Prosperity and War in the Modern Age. New Haven (Conn.), 1988.
30. **Hopkins T.K., Wallerstein I.** World-Systems Analysis, Theory and Methodology. Beverly Hills: Sage. 1982.

31. **Klinberg F.L.** The Historical Alternation of Moods in American Foreign Policy // World politics. 1951-1952. Vol. 4. P. 239-273.
32. **Klinberg F.L.** Cyclical Trends in American Foreign Policy Moods: The Unfolding of America's World Role. N.Y., 1983.
33. Life Cycles and Long Waves / Eds T. Vasko, R. Aytes. N.Y.: Springer, 1990.
34. **Mager N.H.** The Kondratieff waves. N. Y., 1987.
35. **Namenwirth J.Z., Weber R.P.** Dynamics of Culture. Winchester: Alien and Unwin, 1987.
36. **Pareto V.** Les systemes socialistes. P., 1902.
37. **Screpanti E.** Some Demographic and Social Processes //International Workshop "Technologies and Social Factors in Long-Term Fluctuations". Siena, 1986.
38. **Stevens A.** The root of war: A Jungian perspective. N.Y., 1989.
39. **Tafte E.R.** Political Control of the Economy. Princeton, 1978.

Глава 8. Волны социокультурной динамики

8.1. Основы эволюционной теории П.А. Сорокина

Модели, рассматриваемые в этой главе, объединяет стремление их авторов к синтезу, построению интегральной, целостной концепции развития общества. В изучении динамики общественного сознания и осмыслении целостности жизни социума существенную роль могут сыграть междисциплинарные исследования, проводимые в рамках нового научного направления — исторической антропологии [4], основным объектом изучения которой является история культуры. При этом делается попытка преодолеть традиционное изучение преимущественно высших достижений культуры, являющихся достоянием элиты, прослеживаются взаимосвязи социальной истории общества и истории культуры. Культура рассматривается как "выражение способности человека придавать смысл своим действиям. Эта способность, по нашему мнению, не ограничивается областью художественного творчества, она проявляется универсально, в любом поступке любого человека, в повседневной жизни, в быту так же, как и в высших формах интеллектуальной деятельности" [4, с. 5]. Предполагается, что невозможно понимание ни культуры вне ее социального контекста, ни общества в отрыве от культуры как органического аспекта его функционирования.

Одной из задач этого научного направления является реконструкция картины мира, менталитета в различных человечес-

ких общностях. Под *ментальностью* понимаются социально-психологические установки, способы восприятия, манера чувствовать и думать [4]. Системно подходу к построению логически связанной картины общества и культуры, А.Я.Гуревич отмечает, что "любые факторы исторического движения становятся его действенными пружинами, реальными причинами, когда они пропущены через ментальность людей и трансформированы ею" [4, с. 8]. В таком случае эволюцию ментальности можно рассматривать как когнитивную эволюцию.

Тезис о взаимосвязи когнитивной, культурной, социальной и биологической эволюции лежит в основе нового философского направления — эволюционной эпистемологии, пытающейся преодолеть разрыв между "миром природы" и "миром культуры" [23]. В исследовании ментальности, когнитивных способностей новое научное направление опирается на следующие основные положения:

1) культура (и культурная эволюция) формируется специфическими, присущими только людям когнитивными механизмами;

2) эти механизмы имеют генетическую природу, т.е. коренятся в программах развития нервной системы [23, с. 13].

Предполагая, что многие когнитивные структуры являются врожденными, эволюционная теория познания пытается ответить на вопросы: почему мы неправильно оцениваем процессы экспоненциального роста, основанные на положительной обратной связи? Почему мы способны только на линейную экстраполяцию? Почему нам так трудно согласиться со случайными событиями? Почему в азартной игре мы надеемся на некий тип компенсирующей справедливости? [23, с.55].

В данной главе в основном рассматриваются волновые модели когнитивной эволюции. Само собой разумеется, когнитивные факторы в той или иной степени исследовались многими теоретиками, но наиболее последовательно, масштабно и комплексно исследовал когнитивную сферу П.А. Сорокин.

Для творчества П. Сорокина характерно ощущение единства социокультурной сферы. Стремясь построить интегральную картину общества, он подчеркивал, что человек формируется под воздействием комплекса факторов. Важное место занимают социобиологические и экономические факторы, но центральную роль играют социокультурные аспекты. Сорокин полагал, что "Новая интегральная теория человеческой личности не отрицает, что человек является животным организмом, наделенным «бессознательным», рефлексивно-инстинктивным механизмом тела, но она подчеркивает, что помимо этой формы бытия человек является

сознательным, рациональным мыслителем и сверхсознательным творцом и духом" [19, с. 143].

Одной из вершин творчества Сорокина является четырехтомная фундаментальная работа "Социальная и культурная динамика"³⁶. В этом энциклопедическом труде он сформулировал в целостной форме теорию, базирующуюся на научных идеях и концепциях, вынашиваемых российской культурой начала века [28]. Так, Блок в предисловии к поэме "Возмездие" писал: "Зима 1911 года была исполнена глубокого внутреннего напряжения и трепета. Я помню ночные разговоры, из которых впервые выросло сознание неразделенности и неслиянности искусства, жизни и политики... Я привык сопоставлять факты из всех областей жизни, доступных моему зрению в данное время, и уверен, что все они вместе всегда создают единый музыкальный напор" [1, с. 296-297].

Подобные настроения испытывали многие выдающиеся представители русской культуры, впоследствии оказавшиеся в эмиграции³⁷. Проанализировав вместе с коллегами огромное количество фактического материала из культурной, социальной, политической, экономической, военной и других сфер жизни социума, Сорокин пришел к выводу, что в многообразии разнородных процессов можно обнаружить определенную целостность, интегрированность, которую он назвал *системой культуры*, или *социокультурной системой*.

В истории западной цивилизации Сорокин обнаружил семь достаточно устойчивых социокультурных систем, из которых основными, базовыми являются две — "чувственная" (sensitive) и "умозрительная" (ideational).

Сорокин полагал, что как умозрительная, так и чувственная социокультурная система имеет "свою собственную ментальность; собственную систему знаний, философию и мировоззрение; свою религию и стандарты «святости»; собственные представления о том, что правильно и неправильно; форму искусства и литературы; собственные мораль, законы, нормы поведения; доминирующие формы социальных отношений; собственную экономическую и политическую организацию и, наконец, свой собственный тип человеческой личности с особым менталитетом и поведением" (цит. по [22, с. 198]).

36 См. также: **Сорокин П.** Социальная и культурная динамика. СПб.: РХГИ, 2000.

37 В работе над четырехтомником принимали участие как российские (Н.О.Лосский, И.И.Лапшин, Н.С.Тимашев и др.), так и зарубежные ученые.

В каждый момент времени в обществе могут присутствовать различные системы, но большинство составляют носители доминирующей культуры. Для "чувственной" культуры характерны: преобладание в обществе материалистического мировоззрения, господство детерминистических концепций, популярность утилитаристских, гедонистических ценностей, обилие открытий и изобретений, динамичный характер социальной жизни. В обществе с "умозрительной" культурой доминируют: элементы рационального мышления, этика абсолютных принципов. Социальная жизнь имеет статичный характер, замедляется темп развития науки и техники. В качестве переходной социокультурной системы Сорокин рассматривал "идеалистическую" (idealistic) социокультурную систему, в которой смешаны черты двух базовых систем.

Эволюцию западной цивилизации Сорокин анализировал с помощью модели маятниковых колебаний между этапами поочередного доминирования умозрительной и чувственной социокультурных систем. Переход от одного полюса к другому обязательно осуществляется через идеалистическую систему.

Сорокин отвергал экстерналистские теории влияния внешней среды, "механистические и бихевиористские интерпретации ментальных и социокультурных феноменов". Даже если все внешние условия постоянны, изменения все равно неизбежны, они являются имманентным, неотъемлемым атрибутом любой социокультурной системы. Система содержит в себе зародыш, семя перемен. "Если внешние условия постоянны для семьи, государства, экономической организации, политической партии или любой другой социальной системы, если то же самое предполагается для любой интегрированной системы искусства или науки, философии, религии, права, каждая из перечисленных социальных и культурных систем не остается неподвижной, им имманентно предназначено изменяться для поддержания собственного существования и функционирования. Быстро или медленно система должна претерпеть трансформацию" [22, с. 590]. Изменения укоренены в самой природе социальных систем.

В этом заключается суть принципа имманентных изменений (см. § 6.1). Влияние же внешних факторов не может изменить последовательность фаз развития системы, не может принудить систему перейти в состояние, потенциально ей не свойственное.

Почему же все-таки меняется менталитет, доминирующая система культуры? Почему один тип уступает место другому? Первый приведенный выше ответ является чисто системным, но Сорокин чувствует, что этого недостаточно. Второе более правдо-

подобное объяснение носит уже когнитивный характер: "Изменение, сколь бы болезненным оно ни было, как бы является необходимым условием для любой культуры, чтобы быть творчески созидательной на всем протяжении ее исторического развития. Ни одна из форм культуры не беспредельна в своих созидательных возможностях, они всегда ограничены ... Когда созидательные силы исчерпаны и все их ограниченные возможности реализованы, соответствующая культура и общество становятся мертвыми и несозидательными или изменяются в новую форму, которая открывает новые созидательные возможности и ценности" [20, с.433].

Сорокин утверждает, что "ни одна система не включает в себе всю истину, так же как и ни одна другая не является целиком ошибочной". Так как логика развития вынуждает систему истины "стремиться занять монопольные позиции и вытеснить другие истины, то доля «ложного» в ней возрастает за счет уменьшения доли истинного, в ущерб достоверности других систем". Односторонняя истина все дальше отстраняется от реальности и наступает момент, когда общество оказывается перед лицом альтернативы: "либо продолжить развитие в заданном направлении и пережить полную атрофию, либо изменить курс за счет принятия другой более адекватной системы истины". Такова, по мнению Сорокина, главная причина периодической смены двух базовых социокультурных систем.

Почему же социокультурная система рекуррентно возвращается к старым состояниям, а не принимает все время новые формы, не существовавшие ранее? Сорокин отвергал механистические объяснения ритмов колебаний действием сил, пытающихся вернуть систему в состояние равновесия, сохранением эффекта после устранения вызвавшей его причины и др.

Правильный ответ дает, по мнению Сорокина, принцип предела, который он развивает, опираясь на идеи А.Гольденвейзера и Р.Торнвальда³⁸. Принцип предела (в современной терминологии) констатирует, что хотя непрерывный процесс эволюции социокультурной системы проходит бесконечное число состояний, когнитивные возможности человека обуславливают дискретное восприятие процессов, выделение конечного числа черт, устойчивых состояний, этапов, направлений. Когнитивные особенности человека ограничивают и количество рассматриваемых фаз изменений, что вынуждает эти процессы повторять одни и те же состояния.

38 В литературе иногда принцип предела называют принципом Гольденвейзера, опубликовавшего свои результаты в 1913 г. [24].

Как видим, в аргументации Сорокина намечен синтез системного и когнитивного подходов. Великий ученый, конечно, понимал, что его теория отвечает далеко не на все вопросы и построение целостной теории социокультурной динамики является делом будущих поколений ученых. Даже сегодня, учитывая младенческий по научным меркам возраст когнитологии и теории систем, построение реального синтеза, видимо, является делом XXI века.

8.2. Полувековые циклы в социокультурной эволюции

Успехи в развитии когнитологии, все более широкое применение в последние годы когнитивных концепций в социологии и других общественных науках выдвигают на первый план теорию цикличности, использующую объяснительные схемы когнитивных наук и теории информации. Такой подход был разработан ленинградским математиком С.Ю.Масловым [10, 11] и в настоящее время активно развивается в ряде исследований московского философа и социолога В.М.Петрова и его коллег [14-16].

С.Ю.Маслов выдвинул гипотезу о влиянии на периодичность изменений в социокультурной сфере смены типов сознания, связанной определенным образом с различием между функциями левого и правого полушарий человеческого мозга³⁹.

К "левополушарным" процессам в психологии относят так называемые *аналитические* процессы, связанные с расчленением воспринимаемого объекта, выделением в нем отдельных признаков, граней, аспектов, с последовательной "порционной" обработкой поступающей локальной информации, по аналогии с ЭВМ, решающей задачу по вполне определенному заранее заданному алгоритму. К процессам такого рода относятся речевая деятельность человека, рефлексия — осознание человеком своей собственной психической деятельности. Эти процессы отличаются точностью, объективностью, для них характерна опора на разум (а не на чувство), рациональное осмысление действительности.

"Правополушарные" процессы принято называть *синтетическими*. Это наиболее древние, "архаические" процессы целостного восприятия объектов, без выделения отдельных свойств, параллельной обработки "глобальной" информации. Для этих

³⁹ За открытие функциональной асимметрии правого и левого полушарий, отвечающих соответственно за пространственно-образное и логико-вербальное типы мышления, Р.Сперри в 1981 г. была присуждена Нобелевская премия.

процессов характерно моментальное озарение, субъективность восприятия, сравнительно высокая вероятность ошибки. Эти процессы характеризуются опорой на чувство, интуицию, не всегда контролируются сознанием.

С.Ю.Маслов отмечал: "Правое полушарие заражено недоверием к разуму, левое — излишним к нему уважением. Достоинством левополушарного механизма является конструктивность, распространенным недостатком — поверхностность, беспочвенность. «Правое» может обладать большей глубиной, но часто заражено неуверием и нежеланием действовать, создавать цивилизацию. Штольцевское начало, возможно, не дает человечеству застыть в бездействии, обломовское — утратить смысл своих действий" [10, с. 27]. Если для "левополушарных" процессов характерна некоторая догматичность, стремление к поиску деятельности, то "правополушарный" механизм ориентирован на поиск новизны, уточнение целей деятельности. У каждого человека присутствуют оба типа психических процессов, что позволяет компенсировать их недостатки и удачно использовать положительные качества.

В.С.Ротенберг считает, что с помощью "левополушарной стратегии" любой материал (неважно, вербальный или невербальный) организуется так, что создается однозначный контекст, всеми понимаемый одинаково и необходимый для успешного общения между людьми. Отличительной же особенностью "правополушарной стратегии" является формирование многозначного контекста, который не поддается исчерпывающему объяснению в традиционной системе общения [18, с. 42]. Однако каждый человек тяготеет больше к тому или иному типу психической деятельности, и в обществе оба представленных типа сосуществуют одновременно. Предполагается, что в каждый момент времени в обществе доминирует один из перечисленных типов сознания, который затем сменяется противоположным типом, потом снова переход к предыдущему и т.д. Оказывается, что для развития общества более выгоден именно режим попеременного доминирования то аналитических, то синтетических процессов. Применительно к социально-психологическому климату общества это означает, что он должен периодически изменяться: на протяжении какого-то отрезка времени доминирует "аналитический" стиль мышления со свойственной ему рационально-логической окраской, затем он уступает место "синтетическому" стилю, которому присуща эмоционально-интуитивная окраска, потом начинает доминировать "аналитический" стиль и т.п. [14]. Доминирование одного психологического типа не может быть полным, абсолютным ввиду наличия недостатков, присущих

каждому из типов. Периодически наряду с доминированием встречается и равновесие между обоими типами.

В связи с этим имеет смысл процитировать любопытные мысли из писем Томаса Манна: "Бы, я полагаю, согласитесь со мной, если я скажу, что с модой на «иррациональное» часто связана готовность принести в жертву и по-мошеннически отшвырнуть достижения и принципы, которые делают не только европейца европейцем, но и человека человеком... Я человек равновесия. Я инстинктивно склоняюсь влево, когда лодка даст крен вправо, и наоборот..." [9, с. 61-62]. "Я представляю идею равновесия, и она-то и определяет мое, я сказал бы, позиционно-тактическое отношение к проблемам времени" [9, с. 75].

Маслов полагает, что "асимметрия механизмов освоения действительности может оказывать воздействие на процесс исторического развития не только через познающую личность, но и через системные свойства общества. Однако аккуратное рассмотрение вопросов реализации «левого» и «правого» механизмов в виде общественных подструктур (например, таких как «коллективное подсознание») не проводилось" [11].

Авторы данной концепции связывают периодичность в социокультурной сфере со сменой поколений, считая, что стиль задается поколением людей, а перемена господствующего стиля возможна тогда, когда это поколение уйдет со сцены и уступит место другому поколению.

С.Ю. Маслов проанализировал колебания в социально-политическом климате России начиная с 1790 г. Был сформулирован ряд признаков, по которым следует судить о том, тяготеют ли настроения данного отрезка времени (интервал 5 лет) к тому или иному полюсу:

- Открытость общества для внешних взаимодействий характерна для доминирования аналитического начала, напротив, замкнутость, сепаратизм типичны для синтетического начала. Для оценки этих аспектов жизни общества можно использовать характер внешней политики государства, его внешнеэкономических связей (увеличение импорта свидетельствует о росте открытости общества, сокращение импорта косвенно свидетельствует о тяготении к замкнутости).

- Преобладание добровольно-договорных начал в обществе говорит об аналитическом доминировании. Для синтетического доминирования характерен авторитарный стиль.

- Высокий престиж знаний типичен для аналитического типа (наоборот, низкий престиж знаний характерен для синтетичес-

кого периода). Для оценки этого фактора можно использовать динамику темпов роста численности школьников и студентов.

Для оценки того, к какому полюсу принадлежит общество на данном отрезке времени, Маслов ввел показатель "асимметрии", принимающий значение +1, если явно доминируют аналитические процессы, и значение -1 в том случае, если преобладают синтетические процессы. Для промежуточных ступеней тяготения социально-политического климата к тому или иному началу (скорее одно, чем другое) значение показателя равно $\pm 0,5$, нулевое значение показателя характеризует равновесное состояние в обществе.

График зависимости социально-политического климата общества от времени приведен на рис. 8.1,а. Оказалось, что колебания графика с XVIII века практически синхронны для России и ряда стран Западной Европы. Ранее Россия выпадала из этого "синхронизма", но с ростом обменов, контактов, коммуникаций подключилась к общеевропейскому социально-политическому процессу [14].

Аналогичные исследования в сфере искусства были проведены С.Ю.Масловым (архитектура, рис. 8.1, б) и В.М.Петровым (музыка, живопись, рис. 8.1, в). Причем если процедура измерений Маслова является приблизительной и субъективной, то в методике измерений О.Н. Даниловой и В.М.Петрова [14] для анализа музыкального творчества использовался метод шкальных

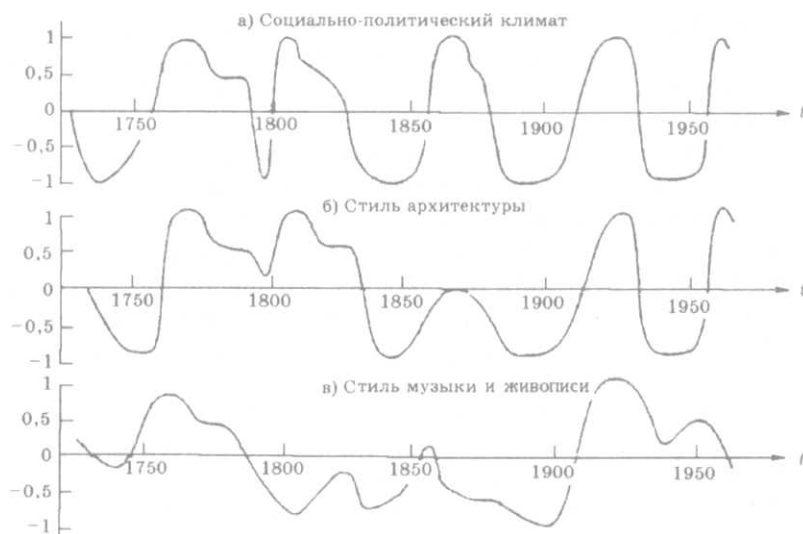


Рис. 8.1. Динамика показателей асимметрии

оценок, даваемый несколькими группами экспертов-музыковедов. Было выбрано семь признаков, по которым статистически достоверно можно оценивать музыкальное творчество:

- оптимизм, жизнерадостность — трагичность мироощущения;
- рациональность — интуитивность;
- тембровая одноплановость — обилие тембров, полутонов, нюансов;
- строгость формы — свобода формы;
- графичность письма — живописность, колористичность;
- преобладание среднего и верхнего регистров — весомая роль нижнего регистра;
- строгая логичность развертывания — спонтанность, экспромтность.

Левый полюс оппозиции отнесен к "аналитическому" стилю музыкального мышления, правый — "синтетическому". В [14] введен так называемый индекс асимметрии

$$K = \frac{n_{\text{ан}} - n_{\text{синт}}}{n_{\text{ан}} + n_{\text{синт}}}$$

где $n_{\text{ан}}$ и $n_{\text{синт}}$ — число признаков, по которым оценка данных экспертом трактуется как свидетельство в пользу аналитичности или синтетичности соответственно. Значение K меняется от -1 (явное тяготение к "синтетическому полюсу") до $+1$ (явное тяготение к "аналитическому полюсу").

Группой из 17 экспертов оценивались 102 европейских композитора XVII-XX веков. Анализ эволюционных зависимостей $K(t)$ показал наличие двух тенденций:

- 1) роста синтетического начала (линейного тренда);
- 2) периодических колебаний на фоне линейного тренда — смены ориентаций музыкального творчества с аналитической на синтетическую и наоборот.

Как указывается в работах В.М. Петрова, "история искусства... начинает все более обретать системность, стройные контуры, вписываясь и в систему естественно-научного знания, и в создаваемую единую картину изменений общественной жизни. Наблюдаемая синхронность изменений, происходящих в разных сферах жизни общества, вместе с разработкой количественных методов изучения таких изменений открывает новые перспективы перед исследованиями в области социального прогнозирования" [14].

Авторы объясняют наличие линейного тренда (нарастание тенденции) в искусстве своего рода компенсацией за рост рациио-

нального начала в обыденной жизни. Отмечена также тенденция постепенного роста плюрализма (увеличение разброса).

Вид временных зависимостей на рис. 8.1 и сравнение их с волнами Кондратьева показывают практическую синхронность волн, наблюдаемых в различных сферах духовной, политической и экономической жизни общества, что подтверждает гипотезу о целостном, системном характере эволюции общества.

Для исследования динамики изобразительного искусства были составлены две группы экспертов. Первая группа определила 22 гипотетических признака, каждый из которых представляет бинарную оппозицию — доминирование аналитических или синтетических процессов в творчестве художников. Кроме того, были составлены два "контрастных" списка, в каждом по 20 художников с ярко выраженным доминированием в их творчестве процессов указанного типа. В первый список (аналитический) попали Брюллов, Гольбейн, Давид, Дали, Дюрер, Малевич, Пикассо, Сезанн. Во второй список были включены Ван-Гог, Врубель, Делакруа, Рембрандт, Суриков, Шагал.

В качестве шкал использовались: стремление к нормативности — тяготение к своеобразию; статичность — динамичность; рациональность — интуитивность; строгость формы — свобода формы; лаконизм — богатство выразительных средств; графичность — колористичность; тяготение к холодным или теплым цветам.

Далее вторая группа экспертов оценила творчество всех 40 художников по 22 шестибалльным шкалам. Были выявлены 10 наиболее информативных шкал. По выбранным параметрам оценивалось творчество около 200 художников. Затем были рассчитаны и усреднены индексы асимметрии по всем художникам, творившим в данный момент времени.

Полученные данные показывают, что колебания индекса асимметрии для различных социокультурных процессов практически синхронны с волнами Кондратьева для индекса цен [15].

Авторы полагают, что в каждый данный момент времени общество нуждается в какой-то степени доминирования аналитических или синтетических процессов и в стиле мышления, и в стиле общения, и в стиле художественного творчества. Коммуникации в обществе, взаимопонимание людей требуют единомыслия. Однако единомыслие не должно быть абсолютным, желательно наличие людей с другим типом мышления. Дело в том, что ни один тип мышления не может доминировать слишком долго, так как возможности каждого из них ограничены. Постепенное привыкание, автоматическое использование апробированных когнитивных

схем может со временем привести к значительному снижению творческого потенциала общества. Ну а периодичность колебаний, по мнению авторов, обусловлена сменой поколений. Каждое поколение господствует 20-25 лет, что и образует волны периодом 40-50 лет. Полупериод 20-25 лет позволяет формализовать понятие "эпоха" и присущий ей собственный стиль. На протяжении одной эпохи не происходит смены социально-политического климата, стилей художественного творчества.

Говоря о смене стилевых ориентаций, Ю.М.Лотман утверждал, что "...каждая тенденция действует на фоне противоположной, а перевозбуждение одной какой-либо тенденции закономерно ведет к ее торможению и возбуждению противоположной".

Тесная взаимосвязь различных сторон духовной жизни общества обуславливает почти одновременное переключение различных областей, так как области, "созревшие" для перемен раньше других, "подталкивают" изменения в других областях. Различные области духовной жизни связаны друг с другом через психическую жизнь человека, которая интегрирует в себе различные культурные веяния. Самосогласованность психической жизни, отсутствие в ней противоречий требуют синхронизации социально-психологических процессов.

Модель В.Бюля. К таким же выводам совершенно независимо пришел профессор социологии Мюнхенского университета В.Бюль. В 1987 г. он опубликовал монографию "Динамика культуры", в которой рассматривает культуру как социально обусловленную схему постижения мира и образцов человеческого поведения. Бюль использует для обоснования своей модели культурной динамики учение о нейрофизиологической структуре работы человеческого мозга. Ход европейской культуры в XX веке Бюль считает соответствующим циклической модели Кондратьева [2].

В первой фазе цикла высокая конъюнктура, хозяйственный рост, увеличение благосостояния кажутся установленными навсегда, отмечается экспансия Я, порыв к эмансипации, восстание против авторитетов, освобождение от "систем". Во второй фазе цикла начинается хозяйственный кризис, который сопровождается, с одной стороны, сверхактивным терроризмом, а с другой — пассивным нарциссизмом. В последней фазе цикла — депрессии — доминирует стремление к покою и безопасности.

В.Бюль полагает, что понятие кризиса культуры является несколько надуманным, "кризис культуры — это лишь обратная сторона фетишизированного понятия культуры ... оно резко

указывает на определенное объективное или субъективное содержание" [2, с. 141].

Культуры — это социально-обусловленные системы постижения окружающего мира и образцов человеческого поведения, которые свойственны человеческим сообществам, приспособляющимся к меняющемуся экономическому окружению, а также целям и средствам других сообществ. Культура стерильна, если она более не входит во взаимодействия с другими культурами и если она не может более перерабатывать чуждые импульсы. Культура слаба и зависима (но способна к приспособлению), когда она реагирует лишь рецептивно. Сильная, активная культура всегда отмечена культурным империализмом [2, с. 142]. "В целом мы определяем ее как многоуровневую систему, исходящую из простой полярной конструкции, а именно из диаметральной противоположности флуктуирующего символизма — с одной стороны, и генетически фиксированной программы поведения — с другой".

Модель де Грина. Американский ученый К. де Грин считает, что феномен Кондратьева отражает системный процесс эволюции и структурных изменений в социотехнической макросистеме, характерной для индустриальной революции, начавшейся в конце XVIII века. Феномен Кондратьева относится не только к экономике (изменение экономических показателей наиболее наглядно и очевидно), но затрагивает также социальные, технологические, экологические, психологические и политические сферы общества. Де Грин отмечает, что феномен Кондратьева свойственен не только капиталистической, но и социалистической экономике и, следовательно, характерен для индустриальной цивилизации. Этот феномен является следствием коллективного поведения наций, все более тесно связываемых информационными и транспортными коммуникациями, общими технологиями и моделями образования (табл. 8.1).

Жизненный цикл многих созданий человека — концепций, принципов, институтов, технологий, продуктов и т.д.— тесно связан с волнами Кондратьева. Действительно, для изобретения в различных сферах жизни характерны такие фазы, как начало, распространение, достижение максимального успеха и фаза регресса, вызванная заменой на более новую и, кажется, более предпочтительную инновацию.

Де Грин отмечает, что его взгляды близки к идеям Валлерстайна и его коллег, делающих упор на холистическом подходе к изучению пространственно-временных целостностей в рамках движения "мир-система" [26]. Близкую позицию занимают Мень-

Таблица 8.1. Макропсихологические черты четырех фаз циклов Кондратьева (по де Грину [25])

Фаза	Восприятие прямой угрозы	Восприятие благоприятной возможности	Творческая активность	Обучение	Тревога	Стремление к риску	Мотивация, удовлетворение работой	Отчуждение и падение нравов	Ценности
Процветание	Слабое	Ограничено	Колеблется, затем уменьшается	Падает	Низкая	Падает	Падает	Растет	Космополитические
Спад	Растет	Очень ограничено	Низкая	Низкое	Достигает	Низкое	Низкая	Наибольше	Консервативные
Депрессия	Падает от максимума	Расширяется	Увеличивается до максимума	Увеличивается	Уменьшается	Растет	Растет	Падает	Экономические
Восстановление	Падает	Широкое	Поддерживается на высоком уровне	Высокое	Низкая	Высокое	Высокое	Низкое	Конфликтные

шиков и Клименко: "Рассматривая различные концепции длинных волн, мы обнаружили одну интересную их особенность. Стремясь выдвинуть на первый план какое-то свое особое объяснение больших циклов, они охватывают лишь одну сторону очень сложного, комплексного процесса волнообразного развития общества. Но чтобы реалистически и как можно полнее описать внутренний механизм длинной волны, необходимо, по-видимому, исходить из предположения о мультикаузальности данного процесса" [12, с. 253]. Авторы указывают, что ответы на многие спорные вопросы теории цикличности могут дать только дальнейшие междисциплинарные исследования на стыке экономики, политологии, социологии, социальной психологии и других наук, изучающих общественную жизнь.

Следует отметить, что подобные исследования иногда не без оснований обвиняются в излишнем схематизме, чрезмерном редукционизме, некритическом следовании позитивистским концепциям в искусствоведении, рассматривающим искусство как результат выражения естественных задатков человеческой природы и воздействия на них окружающей среды.

Ряд авторов рассматривают изменчивость во времени как необходимое условие существования культуры. В качестве примера приводится феномен моды, который характеризуется подражательностью, стремлением к новизне и обновлению [13].

В истории бывали ситуации, когда необходимость изменений в моде регламентировалась. Так, в конце XVIII века в России повелевалось, "чтобы всякий цвет сукна в употреблении находился не более года... Совершенно очевидно, что смена цвета сукна не продиктована стремлением приблизиться к некоторому общему идеалу истины, добра, красоты или целесообразности. Один цвет сменяется другим только потому, что тот был старый, а этот новый. В данном случае мы имеем дело в чистом виде с тенденцией, которая более замаскированно широко проявляется в культуре людей" [8, с. 161-162].

Анализируя колебания характеристик женской одежды в странах Западной Европы на протяжении XVIII—XX веков, Кребер выявил периодичность изменения таких характеристик платья, как высота его края от уровня пола, длина и ширина выреза, объем талии и т.д. [13].

Явления периодичности в духовной сфере, связанные с "самоценностью" новизны, новаторства в искусстве, отмечались многими теоретиками искусства. Так, Поль Валери писал, что "всякий классицизм предполагает предшествующую романти-

ку... Сущность классицизма состоит в том, чтобы прийти после. Порядок предполагает некий беспорядок, который им устранен" [3, с. 441].

1. Как соотносятся фазы доминирования синтетического и аналитического стилей с фазами волн Кондратьева?
2. Является ли теория П.Сорокина циклической?
3. Можно ли вывести принцип предела из чисто системных предпосылок?
4. К какому стилю мышления вы тяготеете — синтетическому или аналитическому?
5. Какие социально-психологические факторы в модели де Грина несут чисто когнитивный характер?
6. Могут ли когнитивные факторы вызвать экономические изменения?
7. В модели Гольдштейна (см. § 7.4) слишком велика роль экономического базиса. Попробуйте включить в нее когнитивные факторы (кроме социальной памяти).
8. Какие научные принципы неявно использованы в цитате Н.Макиавелли на с. 124?
9. Изучение динамики социокультурных процессов часто производится в рамках бинарных оппозиций. Является ли такой подход универсальным?
10. В рассматриваемых в данной главе моделях не учитывается эффект запаздывания. Приведите примеры действия эффекта запаздывания в социокультурной сфере.
11. Рассмотрите модель смены поколений с учетом запаздывания реформ в сфере образования. Как сказывается эффект запаздывания на длительности "политической жизни" поколения?
12. Может ли формирование завышенных ожиданий (эффект опережения) быть причиной волновых процессов?

Литература

1. **Блок А.** Собр. соч.: В 8 т. М., 1960. Т. 3.
2. **Бюль В.Л.** Изменение культуры: к динамической социологии культуры // *Общественные науки за рубежом*. 1989. №3. С.141-145.
3. **Валери Поль.** Об искусстве. М., 1976.
4. **Гуревич А.Я.** Предисловие к сборнику // *Одиссей. Человек в истории*. М., 1989.
5. **Кондратьев Н.Д.** Проблемы экономической динамики. М., 1989.
6. **Коул М., Скрибнер С.** Культура и мышление. М., 1977.
7. **Лосев А.Ф.** История античной эстетики: В 8 т. М., 1981. Т. 2.

8. **Лотман Ю.М., Успенский В.А.** О семиотическом механизме культуры // Труды по знаковым системам (Ученые записки Тартуского государственного университета. Вып. 284). Тарту, 1971. Вып. 5.
9. **Манн Т.** Письма. М., 1975.
10. **Маслов С.Ю.** Асимметрия познавательных механизмов и ее следствия // Семиотика и информатика. М., 1983. Вып. 20.
11. **Маслов С.Ю.** Теория дедуктивных систем и ее применение. М., 1986.
12. **Меньшиков С.М., Клименко А.А.** Длинные волны в экономике. Когда общество меняет кожу. М., 1989.
13. **Моль Д.** Социодинамика культуры. М., 1973.
14. **Петров В.М., Бояджиева Л.Г.** Перспективы развития искусства: методы прогнозирования. М.: Русский мир, 1996.
15. **Петров В.М., Голицын Г.А.** Полувековые циклы в социокультурной динамике //Формирование новой парадигмы обществоведения. М., 1996. С.85-96.
16. **Петров В.М.** Перестройка — волевое решение или социально-психологическая потребность общества? //Радуга. 1989. № 9. С. 73-83.
17. **Плотинский Ю.М.** Базовые принципы социокультурной динамики П.А.Сорокина// Возвращение Питирима Сорокина. Материал Международного симпозиума, посвященного 110-летию со дня рождения П.А. - Сорокина. М., 2000. С. 206-212.
18. **Ротенберг В.С.** Две стороны одного мозга и творчество //Интуиция, логика, творчество. М., 1987. С. 36-53.
19. **Сорокин П.** Главные тенденции нашего времени. М., 1993.
20. **Сорокин П.** Человек. Цивилизация. Общество. М., 1992.
21. **Спрингер С., Дейч Г.** Левый мозг, правый мозг. М.: Мир, 1983.
22. **Штомпка П.** Социология социальных изменений. М., 1996.
23. Эволюция, культура, познание /Отв. ред. И.П.Меркулов М.: ИФРАН, 1996.
24. **Goldenweiser A.** The Principle of Limited Possibilities //Journal of American Folklore. 1913. Vol. 26. P.259-290.
25. **Green K. B. de.** The Kondratiev Phenomenon: A Systems Perspective // Systems Research. 1988. Vol. 5. № 4. P. 281—298.
26. **Green K.B. de.** Cognitive Models of International Decisionmaking and International Stability // Systems Research. 1987. Vol. 4. № 4. P. 251- 267.
27. **Martindale C.** The Clockwork Muse: The Predictability of Artistic Change. N.Y.: Basic Books, 1990.
28. **Sorokin P.** Social and Cultural Dynamics. N.Y.: The Bedminster Press, 1962. Vol. 1-4.

Глава 9. Инновационные процессы

9.1. Основные понятия инноватики

Инновация (от позднелатинского *innovatio* — новация, новшество, нововведение) в широком смысле слова означает новый способ что-либо делать. Понятие инновации включает в себя открытие — приращение знания и изобретение — новый способ использования существующих знаний. Впервые термин "инновация" начал использоваться в антропологии и этнологии в XIX веке и первоначально означал процесс введения элементов одной культуры в другую.

Инновации в одной сфере жизни социума могут вызывать совершенно неожиданные изменения и в других сферах. Так, некоторые ученые полагают, что изобретение стартера, позволившее женщинам самостоятельно заводить автомобиль, привело к тому, что женщины занялись бизнесом, а это в свою очередь открыло дорогу эмансипации.

Значительное влияние на общество могут оказывать нововведения в сфере культуры и особенно идеологии. Считается, что вера в неизбежность прогресса способствовала развитию Европы в XVII-XIX веках. Нововведения, как необходимые условия перемен, играют все большую роль в нашей жизни. Появилось даже новое научное направление "инноватика" [9], наиболее важная проблема которой — изучение процессов распространения нововведений.

Диффузия — процесс распространения инноваций внутри данной социальной системы, а также от одной социальной системы к другой. Если в былые времена процесс распространения какого-либо нововведения занимал несколько столетий, то в конце XX века развитие средств коммуникаций, снятие информационных барьеров способствовали резкому ускорению процессов диффузии. Следующий "большой скачок" будет связан с развитием компьютерных сетей связи.

Американский социолог П. Друкер (P. Drucker) выделил семь основных источников нововведений:

- 1) неожиданное изменение ситуации, чей-то успех или неудача, реакция на непредвиденное внешнее воздействие;
- 2) несоответствие между изменившейся реальностью и представлениями, ожиданиями людей;
- 3) выявление недостатков в ходе, ритме, логике какого-либо процесса;

- 4) изменения в структуре производства или потребления;
- 5) демографические изменения;
- 6) изменения в общественном сознании (настроения, установки, ценности);
- 7) появление нового знания [5].

Далеко не каждое появление нового знания вызывает процесс диффузии. Огромное число изобретений во всех сферах жизни социума просто игнорируется. Как утверждает А.Грублер, анализ нескольких сотен масштабных технических инноваций за последние два столетия показывает, что между изобретением и началом распространения инновации имеется временной лаг (запаздывание) длительностью от 15 до 40 лет. Более того, осуществление одного или нескольких успешных внедрений (инноваций) не гарантирует последующей диффузии. Поэтому Грублер предлагает различать триаду — изобретение, инновацию и диффузию, понимая собственно под инновацией процесс начального внедрения изобретения. По его мнению, изобретательская и инновационная деятельность создают потенциал для изменений. И только процесс диффузии преобразует этот потенциал в изменение социальной практики [14].

П. Друкер полагает, что временной разрыв между рождением нового знания и освоением его рынком составляет примерно 25— 30 лет. Эта закономерность остается устойчивой константой для всей истории цивилизации и, по-видимому, внутренне присуща природе знаний. Интересно, что Т.Кун также утверждал, что новая научная теория становится новой парадигмой не ранее, чем через 30 лет. Его концепция эволюции науки как смены парадигм — способов постановки проблем и методов их решения — широко используется в инноватике. Говорят о необходимости смены традиционной парадигмы организации, университета [10].

Ряд ученых предлагает отличать инновацию от простого улучшения, локального усовершенствования продукта или процесса. Инновация требует для своего внедрения комплекса организационно-технологических изменений, реорганизации производственного процесса, обучения персонала, изменения поведения потребителей.

И.В.Бестужев-Лада считает, что "нововведение можно операционно определить как такую разновидность управленческого решения, в результате которого происходит существенное изменение того или иного процесса, явления — технического, экономического, политического, социального или иного [2, с. 18].

Специфика инноваций в различных сферах жизни общества существенно затрудняет формулировку единого, удобного для всех

случаев определения. Значительным разнообразием отличаются и процессы диффузии, которые Д.Шон предложил типологизировать следующим образом:

1. Модель "центр — периферия". Распространение нововведения осуществляется и контролируется из одного центра. В этом случае эффективность процесса зависит от энергии и ресурсов центра, от его умения создавать и контролировать обратные связи. Данная модель имеет два варианта:

- модель магнита (например, в передовые страны Запада приезжают представители развивающихся стран, осваивают там какие-либо нововведения и, возвращаясь на родину, внедряют их);

- модель "средневекового барда", который путешествуя демонстрирует и внедряет нововведения.

2. Модель размножения центров. В этой модели по-прежнему главную роль играет центр, но процесс управления децентрализуется. На местах создаются локальные центры, которые самостоятельно распространяют нововведения, учитывая местную специфику. Д.Шон считает, что по этой модели распространялись колониализм и коммунизм. Эту же модель использует компания Coca-Cola и многие другие транснациональные корпорации [19].

3. Роджерс проанализировал более 500 процессов диффузии и выделил следующие пять стадий процесса принятия инноваций [18]:

1) осведомленности — индивид знает о новой идее, но не имеет достаточной информации;

2) интереса — индивид заинтересовался идеей и ищет дополнительную информацию;

3) оценивания — индивид принимает решение, оценивая пользу от нововведения в настоящем и будущем;

4) опробования;

5) усвоения.

Скорость диффузии, по мнению Роджерса, также определяется пятью основными факторами:

1) относительными преимуществами новинки;

2) совместимостью с окружающей средой, существующими ценностями и прошлым опытом;

3) сложностью освоения;

4) возможностью опробования до принятия окончательного решения;

5) коммуникационной наглядностью — степенью, с которой результаты инновации могут быть увидены и оценены другими людьми.

Процессы диффузии инноваций в различных сферах жизни общества имеют свои специфические черты и особенности. В социальной культурологии инновация понимается как изобретение новых идей, образов, принципов действия, политических и социальных программ, выработка новых форм деятельности, организации общества или его институтов, появление нового стиля мышления или чувствования. Носителями новаторства могут выступать пророки, мудрецы, правители, деятели культуры, ученые или новаторские группы, стремящиеся повысить свой статус, выделиться в данном обществе, часто являющиеся в нем "авангардом", "диссидентами" или "маргиналами" [6, с. 292]. Среди носителей новаторства часто оказываются выходцы из других стран, а также представители активных слоев общества, не находящие себе достойного места в существующей общественной системе.

Эффективность диффузии нововведений во многом определяется социальной детерминацией, т.е. тем, насколько общество созрело для принятия новинки [6]. Общество может жаждать перемен, но может и устать от неразберихи, вызванной внедрением предыдущей инновации. Спрос на новации зависит также от фазы жизненного цикла социальной системы.

Проблемы исследования диффузии инноваций являются весьма актуальными для современной экономики. По мнению экономистов, диффузия нововведений представляет собой "процесс передачи новшеств по коммуникационным каналам между членами социальной системы" [4, с. 31]. Новшествами считаются идеи, изделия, решения, технологии и т.д., являющиеся новыми для данного хозяйственного субъекта. Форма и скорость процесса диффузии зависят от мощности коммуникационных каналов и особенностей восприятия информации действующими субъектами.

Экономисты, следуя теории подражания французского социолога Г.Тарда, рассматривают процесс распространения нововведения как имитацию хозяйствующими субъектами новых удачных решений в процессе социального обучения. Как показало моделирование процесса распространения новых технологий, новаторы открывают новые технологии, но их реакция зависит от выбора имитаторов. Наиболее важен выбор, который делают ранние (пионерные) имитаторы. Чем больше число пионерных имитаторов, тем выше вероятность доминирования новой технологии.

Наиболее важной в практическом отношении ветвью инноватики является исследование процессов распространения новых товаров — главной задачи маркетинга. Предприятие может придерживаться различных стратегий действий на рынке:

1) стратегия пионера — предприятие создает продукт, формирует его рынок, рискуя понести значительные потери, если новинка не будет пользоваться спросом. В том случае, если новинка станет товаром — лидером, предприятию обеспечено длительное процветание;

2) стратегия "идущего поезда" — фирма создает имитацию популярного продукта. В этом случае успех определяется согласованностью действий конкурентов;

3) стратегия "и я тоже" — предприятие стремится улучшить, модифицировать уже известные товары, пользующиеся большим спросом [1].

Первая и третья стратегии характеризуются острой конкурентной борьбой изготовителей новой продукции за внимание потребителей. В первом случае процесс диффузии инновации только начинает разворачиваться. Стратегия "и я тоже" целесообразна в стадии насыщения рынка. Наибольшая доля рынка завоевывается во время фазы роста, когда большинство фирм вслед за лидером выбирают стратегию "идущего поезда". Именно согласованность действий конкурентов, обусловленная процессами самоорганизации, и обеспечивает подлинный успех новинки.

Значительная часть работ в области инноватики рассматривает процесс диффузии нововведений как процесс обучения данной социальной системы (общества, института, фирмы, индивида). Процесс обучения включает в себя инновационное восприятие, оценку и принятие решений, т.е. целый спектр когнитивных факторов. Наиболее последовательно эта линия исследований проводится в социокогнитивной теории американского социального психолога А.Бандуры [11]. Рассматривая социальные аспекты инноватики, американский ученый анализирует влияние нововведений на формы потребления, виды досуга, отдыха и в целом на изменение жизненного стиля. Он считает необходимым отдельное рассмотрение процесса знакомства с новинкой и процесса ее адаптации, т.е. практического использования. По его мнению, успешная инновационная программа должна содержать четыре элемента:

1) выбор оптимального момента для внедрения новинки;

2) предварительная подготовка благоприятных условий;

3) обеспечение эффективной демонстрационной поддержки;

4) активное использование примеров успешного применения новинки, учитывающее когнитивные возможности потенциальных последователей, предполагаемое распределение выигрыша между членами социальной системы.

При прогнозировании решений, принимаемых индивидом, необходимо учитывать уровень его информированности, заинтересованности, понимания, имеющиеся у него ресурсы. Важную роль играют также процессы перехода от начальной неопределенности к последующей убежденности, индивидуальное восприятие риска.

А. Бандура подчеркивает неоправданность слепого поклонения новизне как таковой. Слишком велика доля скороспелых, недоработанных новинок, многие из которых не дают ожидаемого эффекта, а иногда приносят ощутимый вред.

9.2. Модели диффузии инноваций и логистического роста

Методы диффузии инноваций могут быть распространены и на изучение динамики антисоциального поведения — форм коллективного протеста, тактики террористов, распространения наркотиков и т.д. Антисоциальные движения нередко возникают как оппозиция происходящим переменам, вызванным какой-либо инновацией. В качестве примера обычно приводят движение луддистов, которые между 1811 и 1816 гг. разбили немало текстильных машин, что лишь ненадолго замедлило развитие английской легкой промышленности. Менее известно аналогичное движение под руководством капитана Свинга, пытавшегося теми же методами остановить процесс распространения сельскохозяйственной техники (механических молотилок). На рис. 9.1 пред-

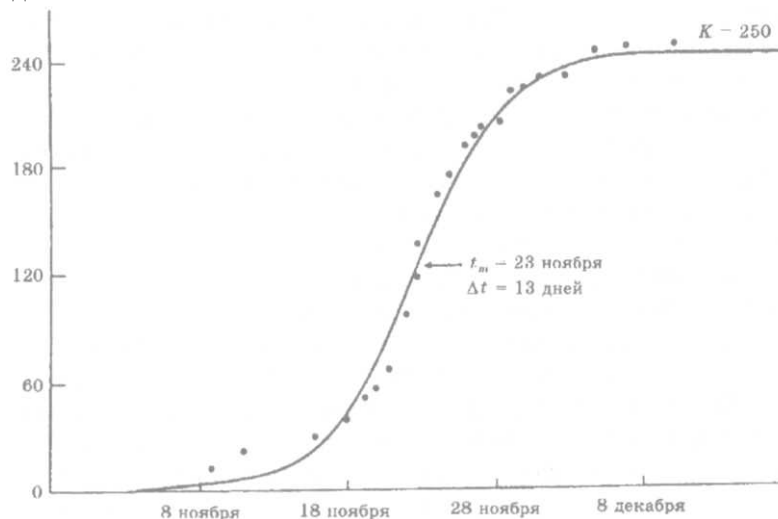


Рис. 9.1. Динамика движения протеста в Англии в 1830 г. [14]

ставлены данные о динамике этого процесса, протекавшего всего месяц — с 8 ноября по 8 декабря 1830 г.

Точки на графике показывают, сколько машин было разрушено в данный день плюс число машин, уже сломанных к этому времени. Удивительно, что львиная доля машин была уничтожена всего за десять дней (с 18 по 28 ноября), что говорит о высокой эффективности социальных сетей коммуникаций — ведь в те времена в сельской Англии не было современного транспорта и средств связи [14].

Стоит обратить внимание на то, насколько хорошо логистическая кривая (показана сплошной линией) описывает динамику стихийного протеста. Эмпирический анализ огромного числа природных, технико-экономических и социокультурных процессов показал, что динамика процессов их роста, развития, распространения подчиняется логистическому закону. На рис. 9.2 приведена динамика развития сетей транспорта и коммуникаций в США, подчиняющаяся логистическим закономерностям.

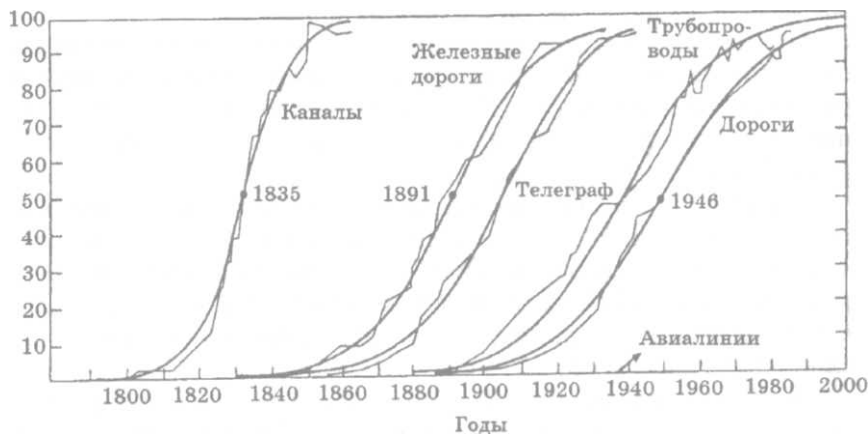


Рис. 9.2. Динамика развития инфраструктуры США [14]

Для того чтобы понять сущность механизма, формирующего логистическую кривую, необходимо построить содержательные и формальные модели исследуемых процессов. Начнем с более простого случая — модели неограниченного экспоненциального роста.

Модель экспоненциального роста численности популяции. Обозначим через y_t численность популяции к моменту времени t . Если измерять значение y_t только в дискретные моменты времени (например, раз в год), то прирост численности популяции в год равен $(y_t - y_{t-1})$. Если считать, что условия благоприятны для

развития популяции,— ресурсы неограничены, враги отсутствуют, то можно предположить, что прирост численности популяции пропорционален достигнутой численности. Это содержательное предположение может быть формализовано в виде следующего уравнения:

$$y_t - y_{t-1} = ay_{t-1}, \quad (9.1)$$

где a — коэффициент пропорциональности. Такие уравнения называются *разностными*.

Покажем, каким образом формируется механизм экспоненциального роста. Действительно, уравнение (9.1) легко преобразуется к уравнению

$$y_t = y_{t-1} + ay_{t-1} = (1+a)y_{t-1}, \quad (9.2)$$

из которого видно, что каждое последующее значение y_t умножается на фиксированную константу $(1 + a)$. Таким образом, значения y_t являются геометрической прогрессией и, следовательно, $y(t)$ растет экспоненциально (как функция e^t).

О геометрической прогрессии как о законе роста населения писал Т. Мальтус (1766-1834). Используя его модель, Ч.Дарвин рассчитывал потенциальные возможности роста разных популяций. Согласно его расчетам, число потомков одной пары слонов через 750 лет может достичь 19 млн.

Значительно быстрее размножаются бактерии. Если одна бактерия в благоприятной среде делится каждые 20 мин., то при сохранении таких темпов деления потомство этой бактерии всего за 36 ч сможет образовать массу, которая покроет земной шар сплошным слоем толщиной 30 см, а еще через 2 ч толщина этого слоя достигнет 2 м [3].

Ясно, что процессы экспоненциального роста не могут длиться долго. Но на коротком временном интервале процессы роста могут быть описаны экспоненциальной кривой. Так, в 1937 г. на небольшой остров у побережья США завезли 8 фазанов, а через 6 лет популяция насчитывала уже 1898 птиц. Первые четыре года рост численности фазанов хорошо описывался экспоненциальной зависимостью. К сожалению, в начале войны на острове были размещены войска, ежегодный учет прекратился, а фазанов съели [3].

Модели логистического роста. Известно, что многие процессы в природе и обществе имеют пределы возможных изменений, в первую очередь из-за ограниченности ресурсов. Возвращаясь к диффузии инноваций, естественно предположить, что распространение нововведений ограничено емкостью данного сегмента рын-

ка, возможностями целевой группы. Одним из главных факторов, определяющих скорость процессов диффузии, является межличностное общение между сторонниками данной новинки и теми, кто еще колеблется или вообще ничего не слышал о предлагаемом нововведении. Если обозначить число людей, принявших инновацию к моменту t , через y_t , то число лиц, которых, в принципе, можно еще сагитировать, составит $M - y_t$, где M — емкость рынка, максимально возможное число лиц, способных адаптировать данное нововведение. Можно считать, что прирост числа сторонников новинки пропорционален числу встреч между сторонниками новинки и сомневающимися. Число таких встреч пропорционально произведению $y_t (M - y_t)$ ⁴⁰.

Формализация этих содержательных предположений приводит к следующему разностному уравнению:

$$y_t - y_{t-1} = ay_{t-1}(M - y_{t-1}), \quad (9.3)$$

где a — коэффициент пропорциональности.

Решением этого уравнения является логистическая функция, а само уравнение называется *логистическим* (более подробно технические детали описаны в § 12.1). Впервые логистическая модель как модель роста народонаселения была предложена бельгийским математиком П.Ф.Ферхюльстом в 1838 г. В теории инноваций логистическую модель иногда называют моделью Фишера-Пряя.

Логистическую S-образную кривую иногда называют кривой Перла — по имени американского демографа Р. Перла (1870-1940), который провел огромное число эмпирических исследований роста различных организмов и популяций. Он обнаружил, что по логистическому закону увеличивается вес тыквы, растет число дрожжевых бактерий, росло народонаселение США до 1940 г. Позже выяснилось, что S-образные кривые хорошо описывают процессы замещения одной техники другой, смену технологий, эволюционные процессы в экономической и социокультурной сферах.

Биологи дают логистическому уравнению несколько иную содержательную интерпретацию. Если в правой части уравнения (9.3) раскрыть скобки, то получим

40 Рассмотрим в качестве примера ситуацию, в которой 10 человек уже приняли новинку, а 20 — колеблются. Если предположить, что каждый сторонник новинки может встретиться со всеми сомневающимися, то общее число таких встреч равно 200.

$$y_t - y_{t-1} = aMy_{t-1} - ay_{t-1}^2 \quad (9.4)$$

Первое слагаемое правой части уравнения означает, что прирост численности популяции пропорционален достигнутой численности. Второй член ($- ay_{t-1}^2$) формализует утверждение — прирост обратно пропорционален квадрату численности популяции. Биологи приводят следующие доводы в пользу данного предположения: чем больше число встреч между особями, чем выше плотность популяции, тем выше вероятность заболеваний, конфликтов, иначе говоря, выше "сопротивление среды", а значит, меньше прирост численности популяции⁴¹.

Попробуем проанализировать действие логистического механизма с помощью петель обратной связи.

Как видно из рис. 9.3, данная причинно-следственная модель имеет две петли обратной связи. Действие расположенной справа петли положительной обратной связи постепенно ведет к экспоненциальному росту численности популяции. Слева на рис. 9.3 изображена петля отрицательной обратной связи, действие которой призвано стабилизировать процесс на уровне насыщения. Результирующая динамика процесса определяется поочередным доминированием петель. Сначала, пока процесс не дойдет до середины ($M/2$), доминирует петля положительной обратной связи.



Рис. 9.3. Диаграмма логистического уравнения

⁴¹ Читатель вправе задать вопрос: почему раскрытие скобок способно приводить к другой содержательной интерпретации? Все дело в том, что возможности математического языка ограничены. Как заметили когнитологи, сентенции — стакан наполовину пуст и стакан наполовину полон — для математики эквивалентны, что может оказаться неверным с содержательной точки зрения.

зи. После прохождения центра симметрии доминирующее влияние оказывает петля отрицательной обратной связи [17].

Конечно, приведенные утверждения нельзя назвать совершенно очевидными. Более подробное изложение возможностей качественного анализа поведения систем с помощью петель обратной связи дается в разд. 3.

Чтобы у читателя не сложилось впечатление, что все процессы роста описываются логистическим уравнением, рассмотрим кривую Гомперца, названную в честь английского статистика и математика XIX века. Б.Гомперц, исследуя уровни смертности, распределение доходов и др., установил, что в ряде случаев их

$$b^t$$

динамика описывается кривой $y = a$, где коэффициенты a и b удовлетворяют условиям: $0 < a < 1, b < 1$.

Кривые Перла и Гомперца относятся к классу S-образных кривых, отображающих динамику роста кумулятивного значения показателя, например числа продаж новинки (рис. 9.4). Чтобы перейти к более привычной форме визуализации данных, надо взять производную от S-образной функции. При этом получим колоколообразную функцию, отображающую число продаж в данный момент времени (рис. 9.5). Можно ли сказать, что на рис. 9.5 представлена модель жизненного цикла инновации? Да. Но только в том случае, если товар покупается один раз и время его использования мало. Если же продукт потребляется многократно, то его жизненный цикл выглядит сложнее (рис. 9.6).

Спад в числе продаж связан с тем, что ряд потребителей, купив новинку один раз, не становятся ее поклонниками. После пика уровень продаж товара стабилизируется. Остаются только постоянные покупатели. В завершающей же фазе жизненного

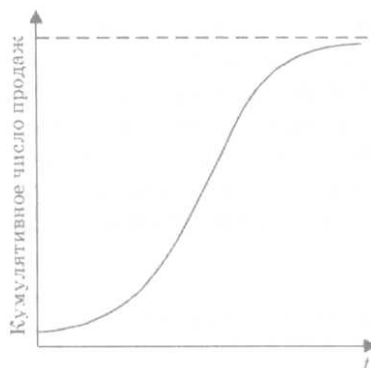


Рис. 9.4. Динамика кумулятивного числа продаж новинки

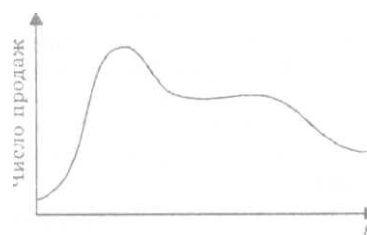


Рис. 9.5. Динамика числа продаж

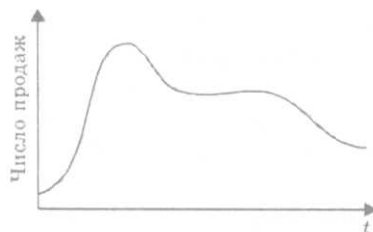


Рис. 9.6. Жизненный цикл новинки

цикла данный продукт будет вытеснен с рынка новым, более предпочтительным товаром [15].

В заключение приведем любопытный пример прогнозирования процесса демократизации. В 1991 г. Дж. Модельски и Г. Перри предложили рассмотреть процесс распространения демократической формы правления как процесс диффузии инновации. По мнению американских политологов, демократия начала распространяться по

земному шару в XV веке. Первая фаза распространения демократических форм правления — авторы назвали ее экспериментальной — длилась с 1450 по 1800 г. В это время доля населения, опробовавшая демократические процедуры, не превышала 1-2% всего населения земли. Далее процесс диффузии начал набирать обороты. К 1990 г. уже 40% населения земли избрало демократические формы правления. По прогнозу авторов к концу XX столетия будет достигнута отметка 50%, а к 2100 г. уже 90% населения будут жить при наилучшей форме государственного устройства [16].

В своих расчетах авторы использовали для прогноза логистическую модель диффузии инноваций. Хотя содержательные предположения, лежащие в основе этой модели, не всегда бесспорны, число примеров ее успешного использования на практике огромно.

Задачи и упражнения

1. Приведите примеры социокультурных процессов, которые нельзя представить как диффузию нововведений.
2. Какие технические инновации будут оказывать наибольшее влияние на социум в ближайшем будущем?
3. Следует ли учитывать демографические изменения при анализе социокультурных нововведений?
4. Некоторые футурологи давно предрекают широкое распространение групповой формы семьи. Что, на ваш взгляд, сдерживает диффузию этого нововведения?
5. Постройте модель распространения нововведений в сфере образования.
6. Перечислите когнитивные факторы, влияющие на успех инновации.
7. Какие индикаторы сигнализируют о том, что социальная система жаждет перемен?

8. Всегда ли широкая рекламная кампания гарантирует успех новому товару?
9. Почему "дурные примеры" заразительны?

Литература

1. Академия рынка. Маркетинг. М.: Экономика, 1993.
2. **Бестужев-Лада И.В.** Прогнозное обоснование социальных нововведений. М.: Наука, 1993.
3. **Гиляров А.М.** Популяционная экология. М.: МГУ, 1990.
4. **Глазьев С.Ю.** Теория долгосрочного технико-экономического развития. М., 1993.
5. **Друкер П.Ф.** Рынок: как выйти в лидеры. Практика и принципы. М., 1992.
6. **Брасов Б.С.** Социальная культурология. М.: Аспект Пресс, 1996.
7. **Котлер Ф.** Основы маркетинга. М.: Бизнес-книга, 1995.
8. **Лапин Н.И.** Нововведение//Энциклопедический социологический словарь. М., 1995.
9. **Пригожин А.И.** Современная социология организаций. М.: Интер-пресс, 1995.
10. **Смайлоп Р.Н.** и др. Предпринимательский университет // Международный журнал социальных наук. 1993. № 2. С. 3-17.
11. **Bandura A.** Social Foundation of Thought and Action. A Social Cognitive Theory. Stanford Univ. New Jersey: Printice-Hall, 1986.
12. **Bridges E.** New technology adoption in an innovative marketplace // Inter. Journal of Forecasting. 1991. Vol. 7. № 2. P. 257-270.
13. Diffusion of Technologies and Social Behavior / Eds. N.Nakicenovic and A.Grubler. Berlin: Springer, 1991.
14. **Grubler A.** Time for a Change: On the Pattern of Diffusion of Innovation //Daedalus. 1996. № 1. P. 19-42.
15. **Kotler F.** Marketing Decision Making. A Model Building Approach. N.Y.: Holt., 1971.
16. **Modelski G., Perry G.** Democratization in Long Perspective // Technological Forecasting and Social Change. 1991. Vol. 39. № 1. P. 23-34.
17. **Richardson G.P.** System Dynamics: Simulation for Policy Analysis from a Feedback Perspective //Qualitative Simulation, Modeling and Analysis / Ed. P.A.Fishwick. N.Y.: Springer. 1991. P. 144-169.
18. **Rogers E.** Diffusion of Innovations. 3 ed. N.Y.: Free Press, 1983.
19. **Schon D.** Beyond the Stable State. N.Y.: Norton, 1971.

Глава 10. Переходные процессы в социальных системах

10.1. Кризисы в социальной системе

В процессе своего развития (эволюции) социальная система постоянно сталкивается с различными проблемными ситуациями, порождаемыми как внешними, так и внутренними причинами. Обладая определенной устойчивостью, она благодаря адаптивным возможностям справляется с непрерывно возникающими вызовами. Решение сложных проблем может потребовать перестройки структуры системы, корректировки отдельных функций, замены части элементов, но при этом суть системы, ее ядро, генотип не меняются — система не теряет своей идентичности.

Для наглядности представим себе, что у системы имеется "коридор" возможных траекторий. Если флуктуации не достигают границы коридора, система может вернуться к стабильному состоянию. Если же изменения накапливаются, либо воздействие столь сильно, что параметры системы принимают пороговые, критические значения, наступает кризис системы. В этом состоянии степень ее организованности резко снижается и вероятность возвращения к прежнему стабильному состоянию невелика.

Существуют три варианта разрешения кризиса системы:

- 1) распад или гибель системы, при этом ее элементы захватываются другими системами;
- 2) реформа — постепенная перестройка ядра, генотипа системы, ведущая к появлению качественно новой системы;
- 3) революция — резкое, скачкообразное изменение ядра системы, катастрофический переход из одного состояния в другое.

В кризисном состоянии значительно снижается степень предсказуемости поведения социума. Для пика кризиса характерны "распад общества на множество его индивидуальных элементов и в то же время появление массы новых мелких образований — национально-этнических, религиозных, сословно-корпоративных групп. Заметным явлением становится появление в системе больших масс людей, выпадающих из активной общественной жизни" [8, с. 140].

Политики пытаются избежать кризисных состояний и, естественно, обращаются за советом к ученым. К сожалению, социальные кризисы, процессы перехода системы из одного состояния в другое изучены крайне мало. Как писал П.Сорокин, "накануне войны большинство ученых предсказывали мир; накануне экономического краха и обнищания — процветание; накануне рево-

люций — стабильный порядок и закономерный прогресс. Несмотря на все находящиеся в нашем распоряжении общественные и естественные науки, мы не способны ни управлять социально-культурными процессами, ни избегать исторических катастроф. Как бревно на краю Ниагарского водопада, нас приводят в движение непредвиденные и непреодолимые социально- культурные течения, перенося нас от одного кризиса и катастрофы к другим" [15, с. 487].

Рассмотрим в этой цитате два ключевых слова: непредвиденные и непреодолимые течения. Если мы попали в непреодолимое течение, то самое разумное — плыть по течению и в соответствии с этим прогнозировать будущее. Конечно, плохо, если попадем в непредвиденную ситуацию. Но следующий раз, оказавшись в такой ситуации, мы должны пенять на себя — прецедент уже был.

В вечном философском споре детерминистов и индетерминистов с начала XX века доминируют идеологические мотивы. Не углубляясь в эту запутанную проблему, отметим, что в 40-50-х годах на Западе были весьма популярны идеи централизованного планирования и государственного регулирования. В настоящее же время модны взгляды Ф.Хайека и его последователей, утверждающих, что централизованное планирование не эффективно, а вмешательство государства в социально-экономическую жизнь общества должно быть минимальным. Эволюция развивается не по плану, а "непреднамеренно", методом "проб и ошибок". Какое решение окажется лучшим, определяет только эволюция. Хайек пишет: "Для определения того, какая система правил поведения будет доминировать, решающим является количество человеческих жизней, поддерживаемых той или иной системой... Рыночная экономика преобладает над порядками других типов именно потому, что позволяла группам, усвоившим ее основные принципы, быстрее увеличить свою численность. Следовательно, вести счет в рыночных ценностях значит вести счет на человеческие жизни..." [17].

Ф.Хайек имеет в виду, что победителями в соревновании "порядков" являются страны Запада.

10.2. Реформы в социальных системах

Ф.Хайек и его единомышленники придерживаются теории однолинейной эволюции, некоей столбовой дороги развития цивилизации — иного не дано. Однако и на магистральном пути возможны ямы, например кризис 1930 г., из которых необходимо как-то выбираться. Реформы Рузвельта успешно вывели США

из кризиса потому, что опирались на продуманный план, взвешенную и скоординированную программу действий.

Ф.Хайек не против успешных реформ. В своей нобелевской речи он рекомендует социальному реформатору действовать не как ремесленнику, который может придать изделию любую форму. Реформатор скорее должен культивировать развитие, обеспечивая подходящую окружающую среду, подобно тому, как садовник заботится о своих растениях.

Призывы к проведению гуманных преобразований относятся только к странам-лидерам, принадлежащим центру мировой системы. Для стран из периферии и полупериферии ситуация совершенно иная. Заблудившиеся в дебрях эволюции страны обязаны вернуться на магистральный путь развития и попытаться как можно быстрее догнать ушедших вперед лидеров.

Процессам модернизации — развитию демократии и рыночной экономики посвящена обширная литература. Однако багаж знаний, который помог бы реформатору составить научно обоснованную программу реформ, совсем невелик. Отметим теорию культурного лага (запаздывания) У.Огборна. Американский социолог в 1922 г. предложил концепцию неравномерности развития различных сфер общества. Изменения в экономике, технологии могут значительно опережать изменения в социокультурной сфере. Огборн полагал, что "культурное запаздывание" станет одной из важнейших проблем современного общества, учитывая возрастающую скорость научно-технического прогресса.

Р. Дарендорф утверждал, что для проведения политических реформ достаточно 6 месяцев, экономические реформы можно осуществить за 6 лет, но процесс изменения менталитета, жизненных стилей может потребовать нескольких поколений (дилемма 3 часов).

Наличие временных лагов существенно затрудняет прогнозирование реформ. Еще чаще реформаторов ставит в тупик наличие непредвиденных поворотных точек в исследуемых процессах. Только в последние годы социологи начинают осознавать, что переходные процессы в кризисном обществе носят, как правило, нелинейный характер.

В 1959 г. С.Липсет предложил модель линейной взаимосвязи между экономическим развитием и политической демократией (рис. 10.1).

Однако непростые судьбы процессов модернизации стран третьего мира в 60-80-е годы вынудили Липсета и его коллег существенно уточнить модель (рис. 10.2).



Рис. 10.1. Модель Липсета



Рис. 10.2. Модель модернизации

Оказалось, что если уровень среднегодового совокупного общественного продукта на душу населения находится между 1500 и 3500 долларами, то возможно снижение уровня демократии и рост авторитарных тенденций. При достижении рассматриваемым экономическим показателем планки 5000 долларов, характерной для развитых стран, уровень демократии стабилизируется [10].

Трудность проблемы перестройки обусловлена ее нелинейностью, в таких условиях уже не работают привычные методы управления, при которых результаты пропорциональны усилиям. "Контринтуитивное" поведение нелинейных систем вынуждает выработать нелинейную интуицию. Для анализа таких систем В.И. Арнольд предлагает модель перестройки, приведенную на рис. 10.3 [1].

Как видно из рис. 10.3, движение из устойчивого состояния — "административная система", признанного неудовлетворительным, в сторону более предпочтительного состояния — "рыночная экономика" — сразу же приводит к ухудшению. Более того, при равномерном движении к лучшему состоянию скорость ухудшения увеличивается, нарастает и сопротивление системы изменению ее состояния. Знаком «х» на графике отмечена точка максимального сопротивления, которая достигается раньше, чем точка самого плохого состояния (локальный минимум). Пройдя максимум, сопротивление снижается и при прохождении точки локального минимума благосостояния исчезает полностью. Начиная с этого момента система

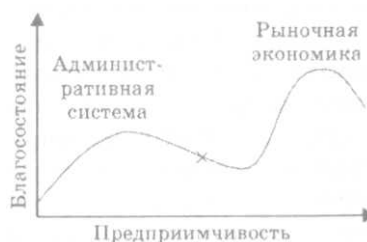


Рис. 10.3. Нелинейная модель перестройки

начинает притягиваться к следующему состоянию локального максимума — рыночной экономике.

Если административная система достаточно развита и устойчива, то перейти в другое состояние данная нелинейная система может только ценой временного существенного ухудшения состояния. При этом, как отмечает В.И.Арнольд, слабо развитая система может перейти в лучшее состояние почти без предварительного ухудшения.

Теоретически возможен вариант перевода системы из плохого состояния скачком в состояние, достаточно близкое к хорошему. В этом случае нелинейная система далее будет сама собой эволюционировать в сторону хорошего состояния. Таковы объективные законы функционирования нелинейных систем, с которыми, как считает В.И.Арнольд, нельзя не считаться.

В.Ф.Венда формулирует закон трансформационного спада, лежащий в основе возникновения волн развития сложных систем (в том числе волн прогресса общества), следующим образом: если система при существующей структуре достигла максимума какого-либо показателя, то его дальнейшее повышение возможно лишь при условии смены структуры системы, переход к новой структуре связан, при прочих равных условиях, с обязательным временным снижением данного показателя [4].

Период неустойчивого состояния играет важную роль в процессах развития. Действительно, абсолютно устойчивая или гиперустойчивая система не будет развиваться, так как механизмы отрицательной обратной связи будут подавлять любые отклонения от устойчивого состояния. Как отмечается в [5, с. 48], "гиперустойчивость устраняет всякую возможность развития, необходимым условием которого всегда является неустойчивость по отношению к определенным изменениям". В то же время длительная неустойчивость препятствует закреплению "полезных" характеристик систем, что может привести к потере структурной устойчивости и гибели системы.

Таким образом, многие теоретики считают кризис неотъемлемым условием развития системы, в том числе и социальной. Дискутируется только вопрос о глубине кризиса и скорости реформ. Спор идет в основном между сторонниками радикальных реформ, шоковой терапии и градуалистами, стремящимися уменьшить социальную цену перемен, облегчить процесс адаптации для наиболее уязвимых групп населения [3, 8, 11, 14].

Один из удачливых реформаторов, председатель правительства Чешской Республики В. Клаус полагает, что для успешной

системной трансформации необходимо создание двух "подушек". "Реальная заработная плата и реальный (валютный) курс должны быть в этой фазе трансформации относительно низкими, поскольку призваны создать две «подушки», позволяющие преодолеть сложный период приватизации и реструктуризации. Именно в их создании и состоит секрет согласования отдельных элементов процесса трансформации" [7]. Иными словами, уровень жизни населения должен быть снижен так сильно, чтобы в последующем при любых обстоятельствах он мог только возрасть.

Одной из главных проблем успешного реформирования является поддержание социальной стабильности. Рекомендуется проведение гибкой социальной политики, приобретающей вид маятникового движения от стимулирующей (жесткой) политики к стабилизирующей (мягкой), т.е. периодической смены приоритетов [11]. Ужесточение мер по стабилизации финансовой системы, ведущих к усилению спада производства и росту социальной напряженности, чередуется с более мягкой политикой — выплатой компенсаций, увеличением пенсий, стипендий, минимальной зарплаты.

Особое внимание следует уделять ключевым социальным показателям, к которым, по мнению ряда ученых, относится степень равенства в распределении доходов, богатства, собственности, прав и контроля над капиталом [11].

Постоянное слежение за уровнем социальной напряженности позволяет своевременно выявить группы населения, попавшие в наиболее тяжелую ситуацию, готовые к массовым акциям протеста. Для таких групп используется тактика "защитного зонтика" — комплекса мер, временно повышающих уровень жизни членов этих групп по сравнению с другими социальными слоями. Возможно также использование защитного зонтика для отдельных территорий, на которых может произойти взрыв недовольства.

Но что делать, если защитный зонтик слишком мал, а борьба элит приводит политику в патовую ситуацию? Возможно ли вообще планирование выхода из кризиса? Часть ученых рассматривает планирование в качестве единственного средства борьбы с неопределенностью, другие же полагают, что роль планирования сводится к приятной перестановке кресел на палубе "Титаника".

Важным условием успеха, по мнению Бенвенисте, является обеспечение секретности планирования. "Секретность привлекательна по нескольким причинам. Если план обнародован слишком рано, то у оппозиции будет много времени для сплочения. Если плановики пытаются проводить консультации с различны-

ми группами и учитывать пожелания каждой фракции, они могут стать жертвами требований, которые нельзя удовлетворить, и участие пойдет во вред, так как плановики наживут больше врагов, чем друзей. Секретность играет важную роль в планировании, но скрытые действия имеют серьезный недостаток. Скрытые действия могут оказаться эффективными, но в конечном счете они ведут к неудовлетворенности, отчуждению и цинизму. Ускоряется кризис доверия, и возникает подозрительность" [2, с. 198].

Проблема секретности планирования тесно связана с анализом рефлексивных эффектов поведения социальных систем и прогнозированием реакции на планируемое воздействие. Социальным психологам известны эффекты такого типа — это эффект Хоторна, эффект Пигмалиона. Малоисследованной областью социального прогнозирования остаются давно известные эффекты самоосуществления и самоликвидации прогноза — понятие "самоубийственного" прогноза введено Д.Венном в 1888 г.

Ссылкой на подобные побочные эффекты политики обычно мотивируют свой отказ от публичного обсуждения детальных планов реформ. Признавая, что основания для указанной позиции имеются, отметим, что в последние годы в западных странах преобладают тенденции к усилению степени демократичности в принятии решений, затрагивающих общественные интересы. Так называемый сетевой подход к принятию решений предполагает активное участие общественности в обсуждении и принятии планов, контроле их реализации.

Атмосфера секретности, окутывающая процесс планирования, значительно затрудняет развитие и совершенствование методов прогнозирования социальной динамики. Процессы аккумуляции знаний, выявления причин возникновения непредвиденных последствий реформ могли бы быть существенно ускорены в случае принятия своего рода кодекса реформатора, обязывающего публиковать отчеты о планах и сценариях развития событий хотя бы через несколько лет после начала реформ. Существующие формы привлечения экспертов к разработке планов развивают у ученых какие угодно качества, кроме научной добросовестности. "Профессиональная мантия, используемая социальными учеными, подвигающимися в политике, часто очень тонка" [2, с. 94].

10.3. Модели революций

Термины "кризис" и "революция" в настоящее время широко используются при описании процессов развития науки и техники,

культуры и образования, экономики и менеджмента. В одних областях кризис считается необходимым этапом развития, в других его стремятся избегать. Отсутствует единство также в оценках хода и результатов революций в социально-политической сфере.

П. Сорокин проанализировал 1622 социальных кризиса и революции с 600 г. до н.э. по 1925 г. и вывел закон поляризации. Во времена революционных изменений почти в каждой области социокультурной жизни имеет место как конструктивный, так и деструктивный эффект. Причем если революция приходится на период подъема, то доминирует конструктив, а если на период упадка, то доминируют деструктивные эффекты.

Сторонники революционных преобразований считают, что источником всех негативных явлений, связанных с революцией, являются происки реакции. Сорокин же утверждает, что каждый революционный период неизменно распадается на две стадии: 1) собственно революционные события; 2) стадия реакции или обуздания, неразрывно связанная с первой.

Когда реакция сходит на нет, можно говорить о завершении революции. На первой стадии революционные события приводят общество в состояние хаоса, но угроза голода, нужды, эпидемий заставляет даже самых отчаянных прекращать революционный дебош. Лозунги свободы сменяются требованиями порядка, нередко диктаторского. Начинается вторая стадия революции, во время которой не только происходит реставрация многих дореволюционных институтов, но и закрепляются эволюционно полезные завоевания революции [15].

В 60-е годы был опубликован ряд работ, исследовавших революционные ситуации с помощью концепции депривации — неравенства доступа к социальным благам. Оценка депривации обычно делается людьми на основе сравнения своих социальных условий с социальными условиями других индивидов или групп.

Теория растущих ожиданий (относительной депривации) утверждает, что стихийный взрыв возможен тогда, когда длительный экономический рост или рост уровня демократии резко сменяется спадом. Состояние обманутых ожиданий вызывает фрустрацию (стресс), которая обуславливает рост агрессивности. Можно сказать, что когнитивный дисбаланс — осознаваемый разрыв между ожиданиями и возможностями их удовлетворения, создает психологическую напряженность, приводящую при определенных условиях к социальному взрыву [6].

Одной из первых моделей, объясняющей революционный взрыв ростом ожиданий, была модель Дж.Дэвиса. По мнению

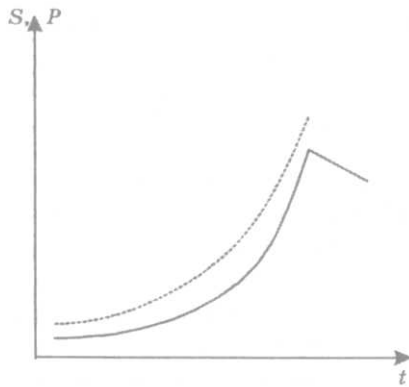


Рис. 10.4. Прогноз революционного потенциала

Дэвиса, сами по себе плохие условия и даже ухудшение условий, как правило, не приводят к восстанию. Он предложил так называемую модель "кривой J" (рис. 10.4) для прогнозирования вероятности восстания.

Сплошная линия на рис. 10.4 показывает реальное изменение экономических условий S , а штриховая — динамику ожиданий P . Если в период экономического роста начинается неожиданный спад и различие между ожиданиями и реальными условиями достигает критической величины, происходит

социальный взрыв. Причем революция может произойти в течение короткого промежутка времени — не более двух лет. По истечении этого срока люди склонны смириться с ситуацией [19].

Из модели Дэвиса ясно, почему радикальные реформаторы стараются на первых, шоковых этапах реформ сделать жизненный уровень большинства населения как можно более низким. Чем ниже стартовый уровень жизни, тем меньше вероятность его резкого падения на последующих этапах. Даже при наступлении небольшого спада воспоминания об ужасных условиях недавнего прошлого парализуют массовые акции протеста.

Понятно, что однофакторная модель не может адекватно объяснить решения, принимаемые индивидом. В более развернутых психологических моделях восстания учитываются влияния страха, разочарования, желания перемен, негативного прошлого и надежды на успех.

Недостатком психологических моделей является чрезмерное акцентирование индивидуального уровня. Такие модели не объясняют, почему объединяются разрозненные индивиды, как происходит политическая мобилизация.

В 70-80-е годы значительное внимание уделялось теориям, изучающим революционные процессы на уровне социальных систем. При макроуровневом анализе рассматривались такие факторы, как кризис легитимности власти, наличие революционной идеологии, роль иностранных государств и др.

В последние годы предпринимались попытки синтезировать микро- и макроуровневый подходы. Так, Коульман построил модель революции, содержащую 18 факторов [18]. Значительно более изящную модель предложила Теда Скокпол (рис. 10.5).

Представленная на рисунке модель показывает, что вероятность революции в странах третьего мира определяется взаимодействием трех ключевых факторов:

С — степени вовлеченности в систему управления социально мобилизованных групп;

Р — степени проницаемости страны (наличие труднодоступных территорий, отсутствие развитой транспортной сети);

В — степени бюрократизации госадминистрации и армии.

Интересно, что показанное на рисунке направление роста бюрократизации ведет к снижению вероятности революции для стран с диктаторским режимом и колоний. Для стран с авторитарным режимом и неявно управляемых колоний направление этой оси меняется — рост бюрократизации повышает вероятность революционных событий [21].

Большое число моделей революции построено на базе марксистского подхода. Так, Дж.Тернер смог в сжатой табличной форме представить взаимодействие основных факторов, вызывающих ре-

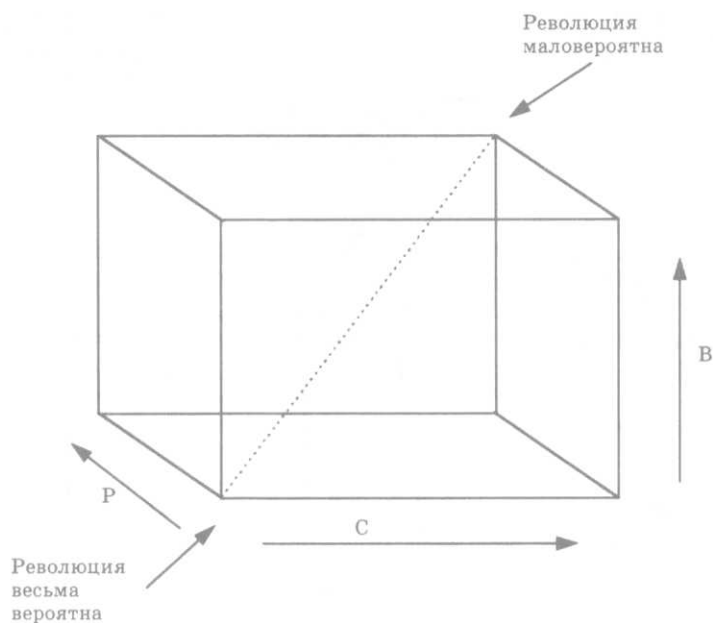


Рис.10.5. Модель революций в странах третьего мира

волюционный взрыв. Значительно удобнее таблицу Тернера [16] визуализировать в форме причинно-следственной диаграммы. Анализ диаграммы позволяет быстро заметить ее главный недостаток — отсутствие петли положительной обратной связи, без которой невозможно раскручивание "маховика" революции. Уточненная модель представлена на рис. 10.6.

В марксистской модели кризиса эта петля может выглядеть следующим образом: подрыв доверия к власти стимулирует рост требований и ожиданий, растет готовность к насильственным действиям, что ведет к усилению кризиса легитимности власти. Уси-

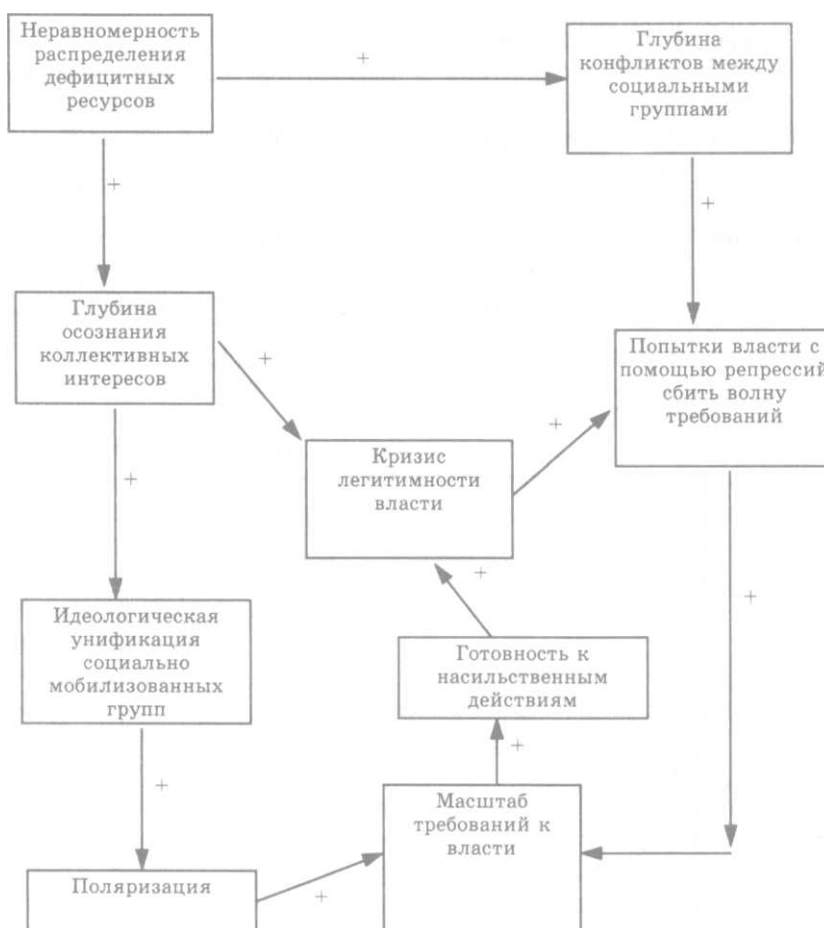


Рис. 10.6. Марксистская модель революции

ление кризиса легитимности заставляет власть предпринимать попытки сбить растущую волну требований и применять репрессии. Последнее еще больше подрывает доверие к власти и т.д. [20].

Приведенные примеры показывают, что анализ кризисных ситуаций вызывает значительный интерес у политологов и социологов, однако в имеющемся концептуальном аппарате нет средств для анализа нелинейных, быстротекущих, катастрофических процессов. Новые подходы, базирующиеся на идеях современного естествознания, будут рассмотрены в следующей главе.

Задачи и упражнения

1. Возможно ли разрешение социального кризиса без вмешательства власти?
2. Как обосновывают свои действия группы, стремящиеся к углублению кризиса?
3. Какие первоочередные задачи должна решать программа выхода из кризиса?
4. Сформулируйте определение системного кризиса общества.
5. Какие факторы могут быть основными причинами кризисов в ближайшем будущем: экономические, экологические, демографические или иные?
6. Могут ли глубокие реформы помочь избежать кризиса?
7. Примените модель Дэвиса для анализа причин Февральской революции в России.
8. Возможен ли экспорт революции?
9. Что предпочтет большинство граждан — затяжной социальный кризис или революционный взрыв?
10. Возможна ли революция в демократической стране?

Литература

1. **Арнольд В.И.** Теория катастроф. М., 1990.
2. **Бенвенисте Г.** Овладение политикой планирования. М.: Прогресс, 1994.
3. **Бруно М.** Глубокие кризисы и реформа // Вопросы экономики. 1997. № 2. С. 4-29.
4. **Венда В.Ф.** Системы гибридного интеллекта. М., 1990.
5. **Гаврилец Ю.Н.** Социально-экономическое планирование. М., 1974.
6. **Здравомыслова Е.А.** Парадигмы западной социологии общественных движений. СПб.: Наука, 1993.
7. **Клаус В.** Чешский путь трансформации экономики // Проблемы теории и практики управления. 1994. № 6. С. 6-10.
8. **Кузьмин С.А.** Социальные системы: опыт структурного анализа. М.: Наука, 1996.

9. **Лексин В.Н., Швецов А.Н.** Реформационные процессы в жизни общества: условия успешной организации и причины неудач // Системные исследования. Ежегодник, 1995-1996. М., 1996. С. 7-40.
10. **Липсет С.М.** и др. Сравнительный анализ социальных условий, необходимых для становления демократии // Международный журнал социальных наук. 1993. № 3. С. 5-34.
11. **Наумова Н.Ф.** Социальная политика в условиях запаздывающей модернизации // Социологический журнал. 1994. № 1. С. 6-21.
12. Переходы и катастрофы. М.: МГУ, 1994.
13. **Плотинский Ю.М.** Анализ риска социальных реформ // На пути к постиндустриальной цивилизации. Материалы II Международной кондратьевской конференции. М., 1996. С. 228-237.
14. **Сабуров Е.Ф.** Реформы в России: первый этап. М., 1997.
15. **Сорокин П.А.** Человек. Цивилизация. Общество. М., 1992.
16. **Тернер Дж.** Структура социологической теории. М., 1985.
17. **Хайек Ф.А.** Пагубная самонадеянность. Ошибки социализма. М., 1993.
18. **Coleman J.** Foundations of social theory. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1990.
19. **Davis J.** The "J-curve" of rising and declining satisfaction as a cause of some great revolutions and contained rebellion // Violence in America / Ed. J.Davis, T.Gurr. N.Y., 1969.
20. **Held P.** Models of democracy. Oxford: Polity Press, 1987.
21. **Skocpol T.** Social revolution in the modern world. N.Y.: Cambridge Univ. Press, 1994.

Глава 11. Современные теории структурной динамики

11.1. Модели теории катастроф

В начале 70-х годов стал популярен термин "катастрофа", обозначающий скачкообразные изменения, возникающие при плавных изменениях значений параметров. В популярных изданиях теория катастроф рекламировалась как переворот в математике, сравнимый с изобретением дифференциального исчисления. За последние 25 лет появились сотни публикаций, в которых теория катастроф успешно применялась в естествознании и технике. Опубликованы также работы, в которых модели теории катастроф применялись в экономике, психологии, лингвистике, социологии.

После периода эйфории, вызванного широкой саморекламой, появились более трезвые оценки применимости теории катастроф. Более того, выяснилось, что многие серьезные результаты были получены до провозглашения новой теории.

Один из ведущих российских математиков В.И. Арнольд отмечает, что обоснованность теории катастроф существенно зависит от обоснованности исходных посылок. "Например, в теории хлопков упругих конструкций и в теории опрокидывания кораблей предсказания теории полностью подтверждаются экспериментом. С другой стороны, в биологии, психологии и социальных науках (скажем, в приложениях к теории поведения биржевых игроков или к изучению нервных болезней) как исходные предпосылки, так и выводы имеют скорее эвристическое значение" [1, с. 16].

Чаще всего неприятным сюрпризом для наблюдателя оказывается ситуация, в которой небольшие, постепенные изменения параметров ведут к неожиданно резкому, обвальному изменению поведения системы. Рассмотрим основные положения теории катастроф на качественном уровне, опуская математические детали (см. разд. 3).

Одной из наиболее популярных моделей теории катастроф является катастрофа "сборка", изображенная на рис. 11.1.

Здесь наглядно продемонстрированы качественные особенности катастрофического поведения систем. По осям a и b отложены значения независимых переменных, а по оси x — зависимой. Возможным положениям системы соответствует поверхность катастроф. Проекция этой поверхности на плоскость (a, b) дает бифуркационную кривую (бифуркация от лат. bifurcus — раздвоенный).

Предположим, что непрерывному изменению значений параметров a и b на рис. 11.1 соответствует движение по кривой RT . В точке T происходит катастрофа — система скачком переходит с верхнего листа на нижний в точку P .

Отметим, что каждому значению параметров a и b внутри бифуркационной кривой соответствуют два различных состояния системы (бимодальность). На поверхности катастроф можно наблюдать явление гистерезиса, когда поведение системы существенно зависит от предыстории процесса. Например, при изме-

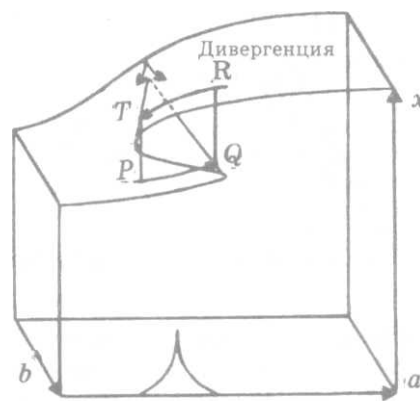


Рис. 11.1. Катастрофа "сборка"

нении состояния системы вдоль кривой RT происходит скачок с верхнего листа на нижний — из точки T в точку P . Но при движении вдоль кривой PQ скачок с нижнего листа на верхний произойдет не в точке P , а в точке Q .

В работе Постона и Стюарта с помощью теории катастроф исследуется динамика нарушений режима в тюрьме Гартри в течение 1972 г. [17]. Используя факторный анализ, авторы выделили два основных фактора, влияющих на беспорядки: напряженность (чувство разочарования и безысходности, бедственное положение); разобщенность (взаимное отчуждение, отсутствие общения, разбиение на два лагеря).

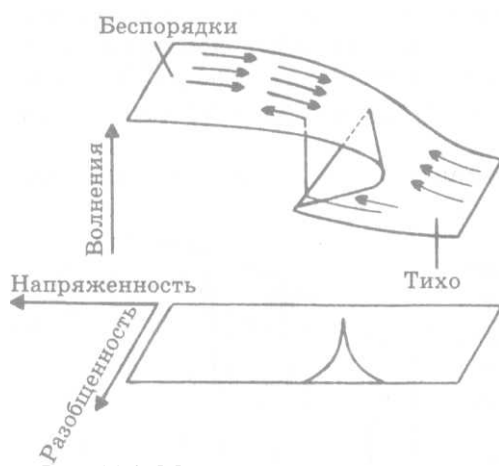


Рис. 11.2. Модель волнений в тюрьме

Анализ показал, что с ростом напряженности повышается вероятность волнений, а увеличение разобщенности связано с характером волнений — они становятся более внезапными и яростными.

Авторы считают, что динамика системы соответствует модели катастрофы "сборка". Из рис. 11.2 видно, что при низких значениях разобщенности система стремится к устойчивому положению умеренного волнения, но при высоком уровне

разобщенности она меняет свое положение скачком с нижнего листа на верхний и обратно.

Рассмотрим модель принятия решения о внедрении конкретного новшества. Предположим, что инновация принимается фирмой, если оценка прибыли, полученной от внедрения новшества, высокая, и отвергается при низкой оценке прибыли. Если оценка принимает промежуточное значение, то новинка может быть как отвергнута, так и принята. В последнем случае фирма собирает дополнительную информацию о новинке с тем, чтобы точнее оценить будущую прибыль. Для решения этой задачи Т. Олива (Т. Oliva) предлагает использовать модель катастрофы "сборка" (рис. 11.3) [28].

Спроецируем поверхность катастроф на плоскость XU (рис. 11.4)

Каждой точке вне заштрихованной области соответствует только одно решение. Каждой точке внутри заштрихованной области соответствуют два значения зависимой переменной Z — какое именно, зависит от предыстории. Вертикальная прямая пересекает поверхность катастроф в трех точках, но промежуточное значение Z считается недопустимым (см. разд. 3).

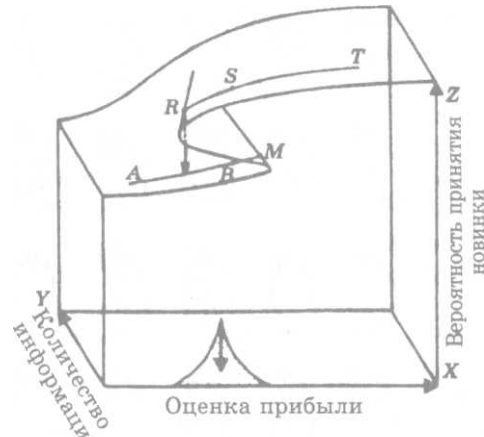


Рис. 11.3. Модель принятия инноваций

Если руководство фирмы было готово принять нововведение в точке T (см. рис. 11.3), то, двигаясь вдоль оси X (снижая оценку прибыли, допустим, до 1 млн рублей), фирма все равно готова внедрить новинку. Если фирма отвергла новинку в точке A , то, перейдя в точку B и увеличив оценку прибыли до 1 млн рублей, как и в точке S , фирма тем не менее не меняет решения — действует инерция установки, поверхности клише.



Рис. 11.4. Проекция катастроф

Перейдем из точки B в точку M — оценка прибыли возрастет до 1,2 млн рублей. Далее небольшое изменение оценки до 1,21 млн рублей приводит к резкой смене решения — инновация принимается.

Отметим, что при высокой степени информированности (Y велико) и увеличении параметра X скачков не происходит, система функционирует плавно.

Рассмотрим в этой модели петлю гистерезиса (A, M, T, R, A). В данном случае явление гистерезиса (или запаздывания) объясняется инерционным восприятием менеджеров [28]. Хрестоматийный пример гистерезиса в оптическом восприятии приведен на рис. 11.5.

В верхнем ряду четвертое слева изображение воспринимается с равной вероятностью как фигура девушки и как мужское

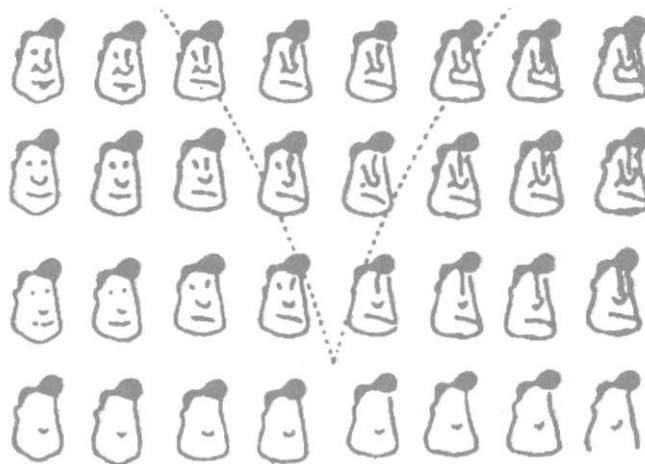


Рис. 11.5. Бистабильность восприятия

лицо. Распознавание изображений внутри "клюва", выделенного штриховой линией, зависит от направления просмотра соответствующего ряда — слева направо или справа налево. Поэкспериментировав с рисунком, читатель может познакомиться с особенностями бистабильного восприятия — явления, которое может быть описано моделью катастрофы "сборка" [16].

Одно из основных понятий современной нелинейной науки — *бифуркация*. В математике под бифуркацией понимают изменение числа или устойчивости решений определенного типа для модели, описывающей систему при изменении управляющих параметров [16, с.170]. В точке бифуркации система как бы делает выбор, который определяет ее дальнейшую эволюцию. Понятие бифуркации описывает процесс перехода постепенных количественных изменений управляющих параметров в качественное изменение состояния системы.

Столь емкий термин не мог не завоевать популярность в общественных науках. Так, Лотман считает, что целесообразно рассмотреть два типа социальных процессов. В первом типе социальных процессов события носят внеличностный характер, так как участники процесса практически лишены права выбора. Можно сказать, что люди играют роль частиц в броуновском движении гигантских социальных процессов (развитие общественных формаций, классовые, национальные движения). Второй тип социальных процессов связан с событиями, которые совершаются через сознание людей и с помощью этого сознания. "Человек оказывается перед возможностью выбора поведения и неизмен-

но соотносит свои действия с образом дела, представлением о результатах" [11, с. 3]. Таким образом, там, где социальный процесс предстает как множество альтернатив, выбор между которыми осуществляется интеллектом и волей человека, необходим поиск новых и более сложных форм и моделей причинности.

Опираясь на идеи синергетики, Ю. Лотман предлагает рассматривать социальный процесс как многофакторный поток. "Когда достигается точка бифуркации, движение как бы останавливается в раздумье перед выбором пути". Из этой точки может выходить несколько равновероятностных устойчивых траекторий развития. В этом моменте социального процесса люди имеют возможность осуществлять выбор. "Как бы ни были бессильны при нормальном течении истории эти факторы, они оказываются решающими в момент, когда система задумалась перед выбором. Но вмешавшись в общий ход процесса, они сразу же придают его изменениям необратимый характер" [11, с. 3, 4].

Основываясь на входящих в настоящее время в научный оборот представлениях, Ю. Лотман предлагает следующее образное представление о социальных процессах: "Клио предстает не пассажиркой в вагоне, катящемся по рельсам от одного пункта к другому, а странницей, идущей от перекрестка к перекрестку и выбирающей свой путь... Архаические символы — конденсаторы тысячелетнего опыта человечества: замкнутые фигуры — круг, треугольник, квадрат — символизируют высшие надчеловеческие силы; крест, перекресток уже в санскрите означал выбор, судьбу, человеческие начала: разум и совесть. Перепутье предоставляет выбор идущему" [11, с. 4].

Данный подход не случайно возник в наше время. По мнению Лотмана, он связан не только с современным состоянием естествознания, но и со спецификой переживаемой нами эпохи: время итогов, время "концов" — заканчивается XX век, тысячелетие. Подведение исторических итогов неизбежно связано с вопросом: куда идешь? История — взгляд на прошлое из будущего, взгляд на произошедшее с точки зрения какого-то представления о "норме", "законе", "коде" — о том, что возводит происшествие в ранг исторического факта и заставляет воспринимать события как имеющие смысл [11, с. 4].

Слишком частое и вольное использование термина "бифуркация" политологами и историками не одобряют представители более точных, естественных наук. "В изученных физических, химических и биологических системах точек бифуркации не так уж много. Типичным является устойчивое состояние, устойчивое раз-

витие" [16]. Однако не следует забывать, что социальные системы от природных отличается прежде всего то, что эти системы являются когнитивными, способными делать осознанный выбор.

Интересный пример бифуркационной диаграммы исторического процесса приводит Г.Г.Малинецкий [12]. Он полагает, что теория развития цивилизаций Тойнби может быть проиллюстрирована моделью, представленной на рис. 11.6.

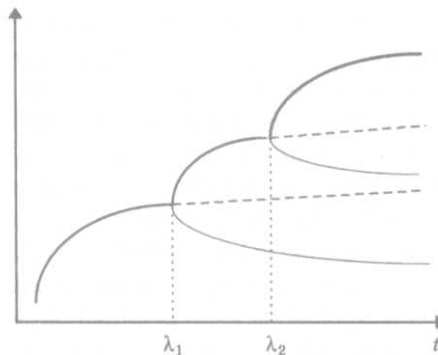


Рис. 11.6. Бифуркации в историческом процессе

По оси ординат откладываются реальные доходы на душу населения, а по оси абсцисс — время. Пусть с течением времени вследствие изменения климата и экологии урожайность зерновых падает. Недостаток продовольствия ведет к росту социальной напряженности. Разрастается кризис, и общество подходит к точке бифуркации (точка λ_1). Ответить на "вызов истории" можно двумя способами.

Первый способ — уменьшение потребностей, жесткий курс по отношению к соседям (нижняя ветвь на рис. 11.6). Второй способ — колонизация заморских территорий, находящихся на более низкой стадии развития. Следующий выбор (точка λ_2) связан с решением либо стать торговой державой, либо перейти к прямому управлению колониями [12].

11.2. Синергетика и теория хаоса

В 80-е годы все большее внимание исследователей привлекает проблема самоорганизации, перехода от хаоса к порядку. Немецкий ученый Г. Хакен назвал теорию самоорганизации *синергетикой* (теория совместного действия). Синергетика изучает такие взаимодействия элементов системы, которые приводят к возникновению пространственных, временных или пространственно-временных структур в макроскопических масштабах. Особое внимание уделяется структурам, возникающим в процессе самоорганизации.

Г. Хакен отмечает, что синергетика как междисциплинарная наука связана с различными областями физики, химии, биоло-

гии, кибернетики. "С более общих позиций можно считать, что и теория динамических систем, и синергетика занимаются изучением временной эволюции систем. В частности, математики, работающие в теории бифуркаций, отмечают, что в центре внимания синергетики (по крайней мере в современном виде) находятся качественные изменения в динамическом (или статическом) поведении системы, в частности при бифуркациях. Наконец, синергетику можно рассматривать как часть общего системного анализа, поскольку и в синергетике, и в системном анализе основной интерес представляют общие принципы, лежащие в основе функционирования системы" [22, с. 17].

Таким образом, теория катастроф, системная динамика, теория диссипативных структур "самоорганизовались" в новую междисциплинарную науку — синергетику. Г.Р. Иваницкий считает, что термин "синергетика" мало что поясняет и лучше говорить о "динамических процессах и нелинейных системах, приводящих к хаотизации движения или, наоборот, к его упорядочению и появлению пространственно-временных структур" [7, с. 3]

Наряду с теорией относительности, квантовой физикой теория хаоса оказывает все более заметное влияние на парадигмы обществоведения. Высказывается надежда, что теория хаоса послужит углублению взаимопонимания между представителями естественных и гуманитарных наук.

Рассмотрим основные понятия синергетики, используемые для изучения поведения нелинейных систем. Система находится в состоянии хаоса, если:

- при любых начальных условиях траектории движения становятся аperiodическими;
- при сколь угодно близких начальных условиях две траектории со временем станут различными.

Столь высокая чувствительность к начальным условиям ведет к невозможности прогнозирования поведения системы, что является одной из важнейших характеристик хаоса. Режим называется *хаотическим*, если расстояние между любыми двумя точками, первоначально сколь угодно малое, экспоненциально возрастает со временем [19].

В древние времена *хаосом* называли неупорядоченную, бесформенную массу, из которой возникло все сущее. Какая-либо форма, структура может возникнуть из хаоса благодаря внешним целенаправленным воздействиям или под действием сил самоорганизации. "*Самоорганизацией*" называется возникновение упорядоченных структур и форм движения из перво-

начально неупорядоченных, нерегулируемых форм движения без специальных, упорядочивающих внешних воздействий" [16, с. 61].

Множество точек, к которым притягиваются траектории динамических систем, называется *аттрактором*. Математики считают, что при качественном анализе поведения динамических систем внимание следует сосредоточить не на переходных процессах, а на установившихся режимах. Математическим образом таких режимов и являются аттракторы. Для устойчивых равновесных систем аттракторами чаще всего является либо точка, тогда переменные не меняются во времени, либо цикл, тогда система испытывает периодические колебания.

Если система находится в неустойчивом состоянии, то ее траектории могут притягиваться к странному аттрактору. Странный аттрактор в некоторых случаях похож на клубок траекторий, напоминающих две склеенные друг с другом ленты [2]. Если наблюдать за поведением точки, характеризующей состояние системы, на экране дисплея, то можно увидеть, что точка "бегает" по аттрактору, случайно (хаотично) подается то на левую, то на правую ленту.

Странные аттракторы чувствительны к начальным данным. Если выбрать две близкие точки, лежащие на аттракторе, и проанализировать, как будет меняться расстояние между ними с течением времени $r(t)$, то оказывается, что возможны следующие варианты:

- если аттрактор — особая точка, то $r(t) \rightarrow 0$ при $t \rightarrow \infty$ (точки сливаются в одну);
- аттрактор — предельный цикл, $r(t)$ — периодическая функция времени;
- странный аттрактор $r(t) \approx e^{\lambda t}$ ($\lambda > 0$), $r(t) \rightarrow \infty$ при $t \rightarrow \infty$ (точки разбегаются с экспоненциальной скоростью).

Таким образом, у странного аттрактора две близкие траектории со временем перестанут быть близкими. Это означает, что как бы точно ни измерялись начальные данные, ошибка со временем станет большой и, следовательно, поведение системы на больших временных интервалах спрогнозировать нельзя. Это явление было названо *эффектом бабочки*. История бабочки, случайно задавленной во время сафари участником путешествия на машине времени, описана в блестящем рассказе Р. Бредбери "И грянул гром". "Она упала на пол — изящное маленькое создание, способное нарушить равновесие, повалить маленькие костяшки домино ... большие костяшки ... огромные костяшки, соединен-

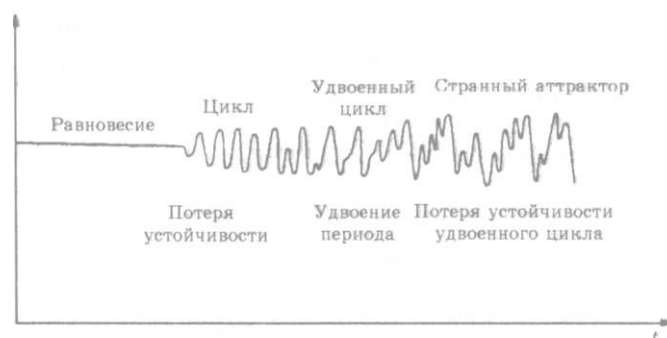


Рис. 11.7. Сценарий хаотизации

ные цепью неисчислимых лет, составляющих Время". А в итоге президентские выборы выиграл диктатор ...⁴².

Странные аттракторы описал метеоролог Лоренц в 1963 г., моделируя задачи прогноза погоды. Из наличия эффекта бабочки вытекает практическая невозможность прогноза погоды: если необходимо предсказать погоду на 1-2 месяца вперед с погрешностью D , то начальные данные должны быть известны с погрешностью $D \times 10^{-5}$.

Переход системы в режим странного аттрактора означает, что в ней наблюдаются сложные непериодические колебания, которые очень чувствительны к незначительным изменениям начальных условий. Такой режим может быть назван *хаотическим*. Возможный сценарий хаотизации приведен на рис. 11.7 [1].

Исследование экологических моделей привело ученых к экспериментальному открытию каскадов удвоений периода. Универсальность этого явления доказал М. Фейгенбаум (1978). Каскад удвоений периода можно описать следующим образом. В определенной области значений параметра система действует в периодическом режиме с периодом T ; при переходе через бифуркационное значение параметра период удваивается и становится равным $2T$; дальнейшее изменение параметра приводит снова к удваиванию периода, он становится равным $4T$ и т.д. Последовательные бифуркации удвоения быстро следуют одна за другой — конечный отрезок изменения параметра содержит бесконечное число удвоений (после P бифуркаций число циклов равно 2^P). Таким образом, исследуемый эволюционный про-

42 Фантастика Рея Бредбери. М., 1964.

цесс становится все более сложным. В пределе появляется сверхсложная организация — количество циклов 2^n , процесс становится непериодическим, случайным, возникает хаос.

11.3. Диссипативные структуры И. Пригожина

В теории диссипативных структур, развиваемой И. Пригожиным и его школой, первоначально изучались процессы самоорганизации в физико-химических системах [18-20]. До работ Пригожина в естествознании в основном изучались равновесные структуры, которые можно рассматривать как результат статистической компенсации активности микроскопических элементов (молекул, атомов).

Если систему с равновесной структурой изолировать от внешней среды, то ввиду инертности данная равновесная структура может существовать бесконечно долго. Однако в биологических и социальных системах ситуация, как правило, другая: система незамкнута, открыта и, более того, существует потому, что она открыта, питается потоками вещества, энергии, информации, поступающими из внешнего мира. В открытых системах случайные флуктуации "пытаются" вывести систему из равновесного состояния. В реальных системах незначительные флуктуации, как правило, подавляются, и система остается стабильной. Если же силы, действующие на систему, становятся достаточно большими и вынуждают ее достаточно далеко уйти от положения равновесия, то состояние системы становится неустойчивым. Некоторые флуктуации могут не затухать, а усиливаться и завладеть всей системой. В результате действия положительной обратной связи флуктуации усиливаются и могут привести к разрушению существующей структуры и переходу в новое состояние. Причем возможен переход и на более высокий уровень упорядоченности, называемый *диссипативной структурой*. Возникает явление самоорганизации.

Исследуя динамику сильно неравновесных систем, И. Пригожин приходит к следующим выводам: "Когда система, эволюционируя, достигает точки бифуркации, детерминистическое описание становится непригодным. Флуктуация вынуждает систему выбрать ту ветвь, по которой будет происходить дальнейшая эволюция системы. Переход через бифуркацию — такой же случайный процесс, как бросание монеты. Существование неустойчивости можно рассматривать как результат флуктуации, которая сначала была локализована в малой части системы, а затем рас-

пространилась и привела к новому макроскопическому состоянию" [20, с. 56].

Известный американский футуролог О.Тоффлер в предисловии к [20] отмечает, что "пригожинская парадигма особенно интересна тем, что она акцентирует внимание на аспектах реальности, наиболее характерных для современной стадии ускоренных социальных изменений: разупорядоченности, неустойчивости, разнообразии, неравновесности, нелинейных соотношениях, в которых малый сигнал на входе может вызвать сколь угодно сильный отклик на выходе, и темпоральности — повышенной чувствительности к ходу времени" [20, с. 16-17].

Принципы, разработанные Пригожиным для анализа химических процессов, были распространены на широкий класс явлений в физике, молекулярной биологии, процессов эволюции в биологии, а затем и социологии. Так, в [20, с. 246] описан процесс самоорганизации у термитов — построение термитника. Предполагается, что первая стадия — основание термитника — является результатом беспорядочного поведения термитов. Термиты приносят и беспорядочно разбрасывают комочки земли. Каждый комочек пропитывается гормоном, привлекающим других термитов. Случайным образом в этом процессе возникает флуктуация — несколько большая концентрация комочков земли в окрестности некоторой точки. Повышенная концентрация гормонов привлекает к этой точке большее число термитов. Процесс концентрации термитов усиливается благодаря положительной обратной связи. Постепенно возникают "опоры" термитника.

Процесс построения термитника — яркий пример явления самоорганизации, возникновения сложной структуры в хаотической среде благодаря флуктуации. В настоящее время в естественных науках ведется активное исследование явлений, связанных с возникновением структур, самоорганизацией в простейших нелинейных средах. Делаются попытки выявить прообразы появления организации и в более сложных, в частности социальных, системах. Ученые ведут исследования простейших моделей, анализ которых не может заменить изучение сложных социальных процессов, но может дать исследователям полезную подсказку, помочь подметить скрытые закономерности, сформулировать плодотворные гипотезы.

В работе И. Пригожина и И. Стенгерс [20] рассматривается понятие логистической эволюции, т.е. процессов, описываемых логистическим уравнением (см. § 9.2). Исследуется модель эволюции популяций из N особей. Пусть r и m — коэффициенты

рождаемости и смертности, K — "несущая способность" окружающей среды. Тогда процесс эволюции популяции может быть описан следующим уравнением:

$$dN / dt = r * N(K - N) - m * N.$$

Система имеет устойчивое стационарное состояние $N_c = K - m/r$. При любом начальном значении N_0 численность популяции стремится к значению N_c , которое зависит от разности между несущей способностью среды и отношением коэффициентов смертности и рождаемости. В стационарном состоянии в каждый момент рождается столько индивидов, сколько их погибает.

Ясно, что в процессе эволюции параметры K , m , r могут изменяться (например, под влиянием климатических флуктуаций). Живые сообщества пытаются увеличить параметр K , изыскивая новые способы эксплуатации природных ресурсов. Инстинкт жизни обуславливает стремление к увеличению рождаемости и снижению смертности. "Каждое экологическое равновесие, определяемое логистическим уравнением, носит лишь временный характер, и логистически заданная экологическая ниша последовательно заполняется серией видов, каждый из которых

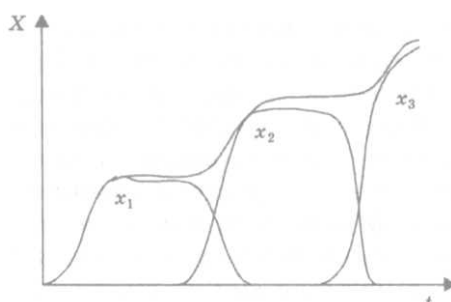


Рис. 11.8. Эволюция популяции X

вытесняет предшествующие, когда его «способность» к использованию ниши, измеряемая величиной $K - m/r$, становится больше, чем у них" [20, с. 255]. На рис. 11.8 показана временная эволюция популяции X , состоящей из последовательности видов x_1, x_2, x_3 . Каждому новому виду соответствует возрастающее значение $K - m/r$.

Как указывается в [20], логистическое уравнение позволяет количественно сформулировать дарвиновскую идею о выживании наиболее приспособленного в предположении, что наиболее приспособленным является вид с наибольшим значением $(K - m/r)$. Подобным образом могут быть объяснены процессы эволюции социума, связанные с внедрением технологических инноваций.

Логистическая модель эволюции в настоящее время исследуется в различных областях науки. Аналогичная модель использовалась для анализа смены технологических укладов (см. § 7.1).

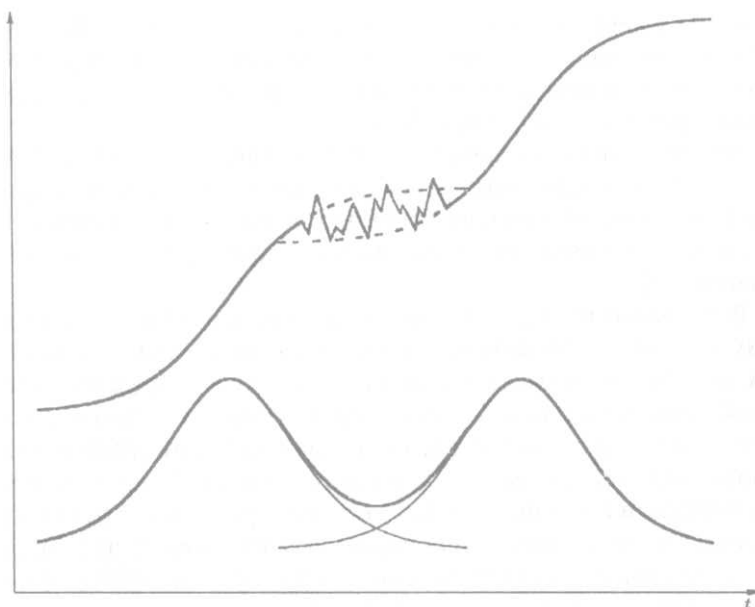


Рис. 11.9. Хаос в эволюции

Оказалось, что в моделях этого типа также возможны хаотические состояния. На рис. 11.9 показан пример траектории логистической эволюции.

Как утверждает в [27], хаотические колебания могут возникнуть в период замены старого уклада на новый. Возникновение неустойчивости может интерпретироваться как случайный поиск равновесного состояния системой, оказавшейся в ситуации, когда растущие возможности не могут быть реализованы в рамках существующей ниши. Данная модель демонстрирует чередование режимов порядка и хаоса. В период быстрого экономического роста многие компании консолидируются, интегрируются. Корпорации работают как часы, подчиняясь эффективному централизованному управлению. В стадии насыщения под давлением инноваций экономическая система попадает в полосу хаоса.

Авторы [20] полагают, что модели, построенные на основе понятия "порядок через флуктуации", будут способствовать более точной формулировке "сложного взаимодействия между индивидуальным и коллективным аспектами поведения". Модели такого типа "открывают перед нами неустойчивый мир, в котором малые причины порождают большие следствия, но мир этот не произволен. Напротив, причины усиления малых событий —

вполне «законный» предмет рационального анализа... Если флуктуация становится неуправляемой, это еще не означает, что мы не можем локализовать причины неустойчивости, вызванные усилением флуктуаций" [20, с. 270].

В состоянии хаоса поведение системы непредсказуемо. Точнее, нельзя предсказать конкретное состояние, проследить заданную траекторию на длительном временном интервале. Однако вероятностные, усредненные характеристики могут быть спрогнозированы [12].

В качестве примера рассмотрим наклонный желоб, по которому течет вода. Если бросить в него разноцветные песчинки, то они стройными рядами поплывут вниз. Попробуем положить в желоб несколько камней. Спокойное течение сменится турбулентным. Траектории песчинок, определяемые завихрениями и водоворотами, станут трудно прогнозируемыми. Две в начале близкие песчинки к концу пути могут оказаться далеко друг от друга. Однако интегральные характеристики системы (например, количество жидкости, вытекающей из желоба в единицу времени) могут вести себя достаточно устойчиво.

Странный аттрактор, определяющий хаотическое поведение системы, часто занимает ограниченную область фазового пространства. Поэтому, хотя траектории разбегаются с экспоненциальной скоростью, убежать за границы странного аттрактора они не могут. Следовательно, определение границ области хаоса может позволить получить оценки поведения системы. Можно ли управлять подобными системами? Не только можно, но и нужно. Чувствительность такой системы позволяет вывести ее из хаотического состояния с помощью очень малых, но точных и своевременных воздействий [16].

Обязана ли социальная система притягиваться к странному аттрактору? Нет. Управляющие воздействия, введение дополнительных ограничений могут позволить избежать хаотических состояний.

Отметим, что далеко не все теоретики считают, что хаоса следует избегать. Верящие в животворную силу хаоса, наоборот, полагают, что чем он окажется обширнее, глубже, тем более эффективный порядок смогут породить творческие силы самоорганизации.

◆◆◆

Нельзя не согласиться с доктором философских наук В.П.Бранским, заметившим, что "хотя синергетический подход к социальным явлениям завоевал в последней четверти XX века широкую

популярность, тем не менее пока он во многих случаях не выходит за рамки философской публицистики" [3, с. 148]⁴³.

Конечно, знание основных концепций синергетики необходимо современному специалисту, но для практических целей полезней не углубление философской рефлексии, а развитие нелинейной интуиции.

В данном пособии предлагается достаточно прагматичный подход к освоению хаоса. Читателю рекомендуется завести странный аттрактор не в голове, а в компьютере. Моделирование нелинейного поведения систем на ЭВМ не требует знания прикладной математики и вполне доступно студентам-социологам (см. § 13.2).

Задачи и упражнения

1. Катастрофа — это скачкообразный переход системы в лучшее или худшее состояние?
2. Ряд авторов полагает, что система в точке бифуркации выбирает тот или иной вариант дальнейшего развития с равной вероятностью. Верно ли это утверждение для социальных систем?
3. Можно ли использовать модель катастрофы "сборка" для описания политических революций? Попробуйте построить такую модель на базе модели Т.Скоппол (см. § 10.3). Учтите, что в ее модели три независимых фактора, поэтому одним фактором придется пожертвовать.
4. Что преобладает в вашей жизни: хаос или порядок?
5. Какие процессы преобладают в вашей жизни: организации или самоорганизации?
6. Приведите примеры процессов самоорганизации из студенческой жизни.
7. Являются ли специалистами по синергетике сторонники лозунга "Анархия мать порядка"?
8. Какие процессы в экономике можно считать хаотическими?
9. Могут ли концепции синергетики оказаться полезными для планирования предвыборной кампании?
10. Можно ли спрогнозировать исход выборов за неделю, месяц, год и пять лет до начала голосования?
11. Верно ли утверждение, что в сфере искусства процессы самоорганизации играют главную роль?

43 Как тонко подметили американские ученые [23], поголовное увлечение странными аттракторами вызвано эротическими ассоциациями...

Литература

1. **Арнольд В.И.** Теория катастроф. М., 1990.
2. **Базыкин А.Д., Кузнецов Ю.А., Хибник А.И.** Портреты 61 бифуркаций: Бифуркационные диаграммы динамических систем на плоскости // Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Математика, кибернетика». 1989. №3.
3. **Бранский В.П.** Теоретические основания социальной синергетики // Петербургская социология. 1997. № 1. С. 148-179.
4. **Давыдов А.А., Чураков А.Н.** Модульный анализ и моделирование социума. М., 2000.
5. **Евин И.А.** Синергетика искусства. М., 1993.
6. **Иваницкий Г.Р.** На пути к второй интеллектуальной революции // Техника кино и телевидения. 1988. № 5. С. 33-40.
7. **Иваницкий Г.Р.** Синергетика //Новое в жизни, науке и технике. Сер. "Математика, кибернетика". 1989. № 7.
8. **Князева Е.Н., Курдюмов С.П.** Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. М.: Наука, 1994.
9. Концепция самоорганизации в исторической перспективе. М.: Наука, 1994.
10. **Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С.** Введение в синергетику. М.: Наука, 1990.
11. **Лотман Ю.** Клио на распутье // Наше наследие. 1988. № 5. С. 1-4.
12. **Малинецкий Г.Г.** Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент: Введение в нелинейную динамику. М.: Наука, 1997.
13. **Митина О.В., Петренко В.Ф.** Динамика политического сознания как процесс самоорганизации // Общественные науки и современность. 1995. №5. С. 103-115.
14. **Моисеев Н. Н.** Алгоритмы развития. М., 1987.
15. **Назаретян А.П.** Агрессия, мораль и кризисы в развитии мировой культуры. М., 1996.
16. Новое в синергетике. Загадки мира неравновесных структур. М.: Наука, 1996.
17. **Постон Т., Стюарт И.** Теория катастроф и ее приложения. М., 1980.
18. **Пригожин И.** От существующего к возникающему. М., 1985.
19. **Пригожин И., Стенгерс И.** Время. Хаос. Квант. М.: Прогресс, 1994.
20. **Пригожин И., Стенгерс И.** Порядок из хаоса: Новый диалог с природой. М., 1986.
21. Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов. М., 2000.
22. **Хакен Г.** Синергетика. М., 1985.
23. **Baumol W.J., Benhabib J.** Chaos: Significance, Mechanism, and Economic Applications // J. of Economic Perspective. 1989. Vol. 3. № 1. P. 77-105.

24. **Casti J.L.** Searching for Certainty. N.Y.: W.Morrow, 1990.
25. Chaos Theory in the Social Sciences /Eds. L.D.Kiel, E.Elliot. Ann Arbor: The Univ. of Michigan Press, 1996.
26. **Davidov A.A.** Intermedity-Basic State of Social Systems? // Systems Research. 1993. Vol. 10. № 4. P. 81-84.
27. **Modis T.** Fractal Aspects of Natural Growth// Technological Forecasting and Social Change. 1994. Vol. 47. № 1. P. 63-73.
28. **Oliva T.A.** Information and Probability Estimates: Modelling the Firm's Decision to Adopt a New Technology// Management Science. 1991. Vol. 37. № 5. p. 607-623.
29. **Zeeman E.C. et al.** A model for institutional disturbances // Br. Math. Statist. Psych. 1976. Vol. 29. P. 66-90.

РАЗДЕЛ 3. Формальные модели социальных процессов

Глава 12. Анализ динамики систем

12.1. Иконологическое моделирование

После того как исследователь понял механизм функционирования системы, его главной задачей становится формализация описания этого механизма, например с помощью разностных уравнений (см. § 9.2). Дальнейшее изучение поведения системы становится совершенно элементарным, если воспользоваться возможностями современных компьютерных технологий.

Рассматриваемая в этом разделе методология иконологического моделирования базируется на исследовании компьютерных моделей сложных систем и современных методах визуализации информации. В предлагаемой методологии роль формальных методов анализа социальных процессов кардинально пересмотрена, что обусловлено ориентацией данной методологии в первую очередь на социологов — исследователей, преподавателей, студентов. Социологи должны самостоятельно формализовывать содержательные модели и проводить исследования на компьютерных моделях многофакторных нелинейных систем. Методология иконологического моделирования позволяет социологам перейти от "жестких" математических моделей к изучению значительно более реалистичных "мягких" моделей. Как справедливо отмечает академик В.И. Арнольд, в социальных науках конкретный вид взаимосвязей часто неизвестен, поэтому необходимо исследование поведения систем для целого класса функций [1].

Социолог получает возможность самостоятельно проводить построение и изучение модели. Помощь математика и программиста необязательна. От пользователя не требуется владение сложным математическим аппаратом и языками программирования. Методология ориентирована на исследование моделей с помощью вычислительных экспериментов и получение качественных оценок [11].

Ключевую роль в исследовании должно играть доверие социолога к получаемым результатам. Обеспечить необходимый уровень доверия позволит использование стандартного и распространенного программного обеспечения (в данном случае электронных таблиц Excel). Социолог имеет возможность проверить буквально каждый шаг вычислений. Процесс компьютерной имита-

ции находится под полным контролем пользователя. В любом месте процесс вычислений можно прервать, скорректировать модель и продолжить моделирование дальше.

Эксперименты с моделью позволяют выявить неожиданные эффекты, сгенерировать новые гипотезы, обеспечить описание и понимание социальных явлений, недоступное в других языках научных исследований. Так, с помощью компьютерных экспериментов удается выявить возможные формы пространственной и временной самоорганизации, условия возникновения социальных структур, проанализировать эволюцию систем правил.

Рассмотрим возможности иконологического моделирования на примере исследования логистического уравнения

$$y_t - y_{t-1} = ay_{t-1}(M - y_{t-1}). \quad (12.1)$$

Перенесем y_{t-1} в правую часть уравнения. Получим

$$y_t = y_{t-1} + ay_{t-1}(M - y_{t-1}) \quad (12.2)$$

Из уравнения (12.2) видно, что состояние системы y_t в момент t является функцией от состояния системы в предыдущий момент времени y_{t-1} . Уравнение (12.2) является рекуррентной формой разностного уравнения.

Для того чтобы исследовать поведение системы, механизм функционирования которой может быть представлен в виде разностного уравнения, необходимо задать y_1 — начальное состояние системы в момент $t = 1$. Константы a и M также должны быть заданы. Тогда y_2 — состояние системы в момент $t = 2$ легко вычисляется по формуле (12.2). Аналогично, зная y_2 , определяем y_3 и т.д. Если нам требуется исследовать поведение системы на временном интервале от $t = 1$ до $t = 20$, то к формуле (12.2) следует обратиться 19 раз, вычисляя последовательно значения y_2, \dots, y_{20} (напомним, что начальное состояние y_1 должно быть задано).

Покажем, как с помощью электронной таблицы Excel весь процесс исследования системы может быть выполнен одним щелчком мышки. Запустим Excel. В раскрывшемся окне появляется таблица. Введем в ячейку A1 значение $y_1 = 5$, в ячейку B1 — значение коэффициента $a = 0,0005$ и в ячейку C1 значение $M = 1000$ (табл. 12.1)⁴⁴.

44 Следует иметь в виду, что конкретные установки и версии Excel могут несколько различаться переводом отдельных команд, использованием точек вместо запятых и т.д.

Таблица 12.1. Фрагмент окна Excel

	A	B	C	D	E
1	5	0,0005	1000		
2					
3					
...					

Введем формулу (12.2) в ячейку A2 в следующем виде:

$$= A1 + B\$1 45 A1 * (C\$1 - A1) \quad (12.3)$$

В Excel формула должна начинаться со знака "=", т.е. вводится только правая часть уравнения (12.2). Вместо символов u_1 , a , M в данном случае указаны адреса ячеек, в которых хранятся соответствующие значения⁴⁵. Напомним, что для завершения ввода формулы необходимо нажать клавишу "Ввод" (Enter), после чего в ячейке A2 появится результат вычислений по данной формуле — 7,4875, сама же формула также осталась в ячейке, ее видно в строке формул, расположенной над таблицей.

Теперь приступим к размножению формулы. Для этого надо подвести курсор к правому нижнему углу ячейки A2 так, чтобы он превратился в черный крестик и, нажав левую кнопку мыши, протащить ее до ячейки A20. Столбец A заполнится числами. Подведя курсор к любой ячейке, например A3, убеждаемся, что выражение в строке формул полностью соответствует уравнению (12.2) для случая $t = 3$. То же самое автоматически произошло во всех ячейках с A4 по A20. Заметим, что меняются только адреса ячеек столбца A, адреса ячеек B1 и C1 остаются неизменными. Это происходит потому, что мы знаком \$ зафиксировали адреса этих ячеек (для фиксации адреса при горизонтальном размножении знак \$ следует ставить перед буквой, например \$B1, возможна и абсолютная фиксация — \$B \$1).

Изучение рядов чисел лучше проводить с помощью графики. Выделим ячейки с A1 по A20. Вызовем "Мастер диаграмм". Выберем тип диаграмм "График", и Excel построит логистическую S-образную кривую.

На этом все подготовительные операции заканчиваются. При приобретении необходимых навыков вся процедура занимает не более минуты.

⁴⁵ Знак \$ фиксирует адрес ячейки. Зачем это нужно, станет ясно из дальнейшего изложения.

После ввода в компьютер исходной информации и построения графика начинается самый интересный и наиболее важный этап исследования. В случае изменения начальных значений в ячейке A1 либо значений коэффициентов в ячейках B1 или C1 на экране в ту же секунду появляется новый вариант графика. Теперь можно понять, интуитивно ощутить, каким образом изменения параметров модели влияют на динамику процесса.

Поэкспериментируйте с моделью при разных исходных данных и убедитесь, что так же, как исходные данные, можно легко изменить и саму модель, записав новую формулу в ячейку A2. Теперь решение сколь угодно сложного уравнения не будет для вас проблемой.

Обобщение логической модели. В логистическом уравнении параметры a и M предполагаются константами, но при данном подходе не составляет труда произвести исследование более сложных случаев. Если параметры a и M линейно зависят от времени, то их значения следует ввести в столбцы B и C, используя возможности размножения. В исходной формуле в ячейке A2 сотрем знак \$ и вновь размножим эту формулу на ячейки A2, ..., A20. Затем построим графики для столбцов A и C и отдельно для столбца B.

Для того чтобы изучить влияние на поведение системы изменений параметров, воспользуемся возможностями интерактивной графики. После щелчка мышью по графику параметра M на нем появится черная точка — маркер. Если к маркеру подвести курсор, то он примет форму вертикальной стрелки. Теперь можно нажать левую кнопку мыши и вытянуть график вверх или вниз. Автоматически изменится значение M в столбце C и будут пересчитаны формулы в столбце A. Затем изменения в столбце A будут отражены на соответствующем графике. Аналогично непосредственно на диаграмме можно варьировать начальное значение y_1 .

Весь процесс занимает доли секунды и позволяет исследователю оценить устойчивость модели, влияние возможных внешних воздействий, проанализировать различные сценарии развития рассматриваемых процессов.

Предлагаемая методика иконологического моделирования позволяет социологам перейти от "жестких" математических моделей к изучению значительно более реалистичных "мягких" моделей. Действительно, вместо линейных функций a и M пользователь может нарисовать любые функции, просто перемещая точки на соответствующем графике (знание их аналитического вида не требуется).

Ниже будет показано, что при данном подходе не составляет труда учесть эффект запаздывания, влияние случайных факторов. Никаких затруднений не вызывает и исследование систем, описываемых не одним, а несколькими уравнениями. Но наибольшее удовольствие вы получите, когда научитесь управлять системой. Если поведение системы начиная с некоторого момента времени t не будет вас удовлетворять, следует просто стереть неустраивающие вас числа. Продумав необходимые изменения, скорректируем механизм поведения системы и продолжим расчеты с этого места (строки t).

Как учесть в модели эффект запаздывания. Для того чтобы убедиться в том, что учет запаздывания (или временного лага) совершенно элементарен, рассмотрим знаменитую задачу о кроликах, предложенную еще в XIII веке итальянским ученым Фибоначчи. "Некто поместил пару кроликов в загон, огороженном со всех сторон, дабы знать, сколько пар кроликов родится в течение года. Природа кроликов такова, что через месяц пара кроликов производит на свет другую пару, а потомство дают они со второго месяца после своего рождения".

Обозначим число пар кроликов в месяце t через F_t . Легко убедиться, что число пар кроликов подчиняется следующему соотношению:

$$F_t = F_{t-1} + F_{t-2}, \quad (12.4)$$

где $t \geq 3$, а $F_1 = F_2 = 1$.

Как оценить динамику кролиководства? Воспользуемся предлагаемой методикой. Введем в Excel начальные данные F_1 , F_2 и формулу (12.4).

Как видно из табл. 12.2, в ячейках A1 и A2 записаны начальные условия задачи. В ячейку A3 введем рекуррентное соотношение (12.4). Размножим формулу в ячейке A3 на последующие ячейки столбца A до 20-й строки. Затем построим график роста числа пар кроликов⁴⁶.

Таким образом, учет временного запаздывания — в данном случае появление в уравнении (12.4) члена F_{t-2} , зависящего от состояния системы в предыдущий момент, — требует отвести для

⁴⁶ Заметим, что полученный график похож на экспоненту. Действительно, найдем отношение F_n / F_{n-1} и увидим, что довольно быстро это отношение становится постоянным, т.е. мы имеем геометрическую прогрессию со знаменателем $q = 1,62$ — это знаменитое золотое сечение!

№ п/п	A	B	C
1	1		
2	1		
3	= A1 + A2		

начальных условий не одну ячейку, как раньше, а столько, сколько периодов запаздывания необходимо учесть.

Введение в модель случайных факторов. С помощью Excel легко моделировать поведение моделей, коэффициенты которых являются случайными величинами. Проще всего это сделать, вызвав в меню "Сервис" — пакет "Анализ данных". (Если в меню такой строки нет, пакет следует загрузить, выбрав в меню "Сервис" — Надстройки.) В открывшемся диалоге выберем альтернативу "Генерация случайных чисел". В открывшейся вкладке есть поле "Число переменных". Если нужен только один набор случайных чисел, то зададим в этом поле значение 1.

В поле "Число случайных чисел" введем количество временных интервалов вашей модели, например 20. В поле "Распределение" выберем из предлагаемого списка необходимый тип распределения — равномерное, нормальное, Пуассона и т.д. После этого появится вкладка, которая потребует задать необходимые параметры распределения. Теперь останется только указать границы столбца ячеек, куда будут выведены случайные числа, например \$B \$1 : \$B \$20. Получив случайные данные, можно приступить к дальнейшим экспериментам с моделью.

Освоение данного подхода дает в руки социолога эффективный инструмент исследования поведения систем. Парадоксально, но его эффективность увеличивается с ростом сложности системы! Традиционно считалось, что изучение поведения даже простых систем невозможно без овладения весьма сложным математическим аппаратом и приобретения необходимых навыков, что отпугивало гуманитарно ориентированных ученых. Данный подход ломает стену между построением модели и ее изучением. Сказанное, конечно, не означает, что математика совсем не нужна. Она станет необходимой, когда потребуются сделать выводы более убедительными, доказательными, обобщить их на широкий класс однотипных систем.

В последующем изложении иконологическое моделирование, делающее акцент на визуализации решений и экспериментировании с моделью, будет соседствовать с традиционными подхо-

дами к исследованию поведения систем. Некоторые математические результаты, полученные при изучении достаточно простых систем, могут оказаться полезными для углубления понимания качественных особенностей поведения более сложных систем, с которыми приходится иметь дело при решении практических проблем.

Предложенная методология может быть использована не только в научных исследованиях, но и в преподавании различных дисциплин на социологических факультетах. Учебное компьютерное моделирование дает возможность существенно углубить понимание таких сложных социальных процессов, как эволюция, кооперация, самоорганизация, конкуренция, обучение, подражание и т.д. Использование визуализации, игровых форм, безусловно, обогатит традиционные формы изложения материала. Отметим, что при данном подходе снимается проблема мотивации студентов — многие модели можно считать просто упражнениями по освоению современных электронных таблиц, а каждый студент становится создателем своего собственного знания.

Применение специализированных пакетов на данном этапе нецелесообразно, так как у пользователя снижается уровень доверия к результатам, получаемым из "черного ящика". К тому же специализированные пакеты не всегда могут обеспечить уровень гибкости, необходимый для исследования "мягких" моделей. Конечно, социолог может нуждаться в наборе дополнительных программных средств для решения конкретных задач, но они должны быть оформлены в виде системы общедоступных программных модулей (СПМ), состоящей из совокупности достаточно простых макросов.

Иконологическое моделирование не предполагает традиционных методов освоения математических знаний. Математические понятия и утверждения используются только как генеративные метафоры, позволяющие по новому увидеть изучаемые явления, сформулировать нетривиальные гипотезы о поведении рассматриваемых процессов.

Предложенный инструментарий должен постепенно стать органической частью социологического знания. Это создаст необходимые условия для синтеза социологии, информатики и математики, выводящего социальные науки на качественно новый уровень.

12.2. Приложения теории разностных уравнений к моделям мобилизации

В теории разностных уравнений предполагается, что переменные исследуемого процесса определены в дискретные моменты t_1, t_2, \dots, t_n . Интервал времени $\Delta t = t_{i+1} - t_i$, как правило, предполагается постоянным для любого i ($i = 1, \dots, n, \dots$). Целесообразность такого рассмотрения определяется исходными данными о социальном процессе, которые часто измеряются в дискретные моменты времени (официальная статистика, периодические опросы, переписи и т.д.). Интервал времени может равняться пятилетке, году, кварталу, месяцу, неделе и т.д. Если интервал становится бесконечно малым ($\Delta t \rightarrow 0$), то процесс рассматривается как непрерывный и изучается с помощью теории дифференциальных уравнений.

Модель мобилизации. Под термином "политическая" или "социальная мобилизация" понимается вовлечение людей в партию или в число ее сторонников, обращение в какую-либо веру, участие в данном движении (борьба за мир, экология, здоровье и т.д.). Текущий уровень мобилизации тесно связан с прошлым уровнем, а будущая мобилизация зависит от сегодняшних успехов пропагандистской кампании. Используя простейшую динамическую модель, попытаемся отразить логику изменений уровня мобилизации между двумя соседними моментами времени [23].

Обозначим через M_t долю мобилизованного населения в момент t , тогда доля немобилизованного населения равна $1 - M_t$. Пусть ΔM_t обозначает изменение уровня мобилизации за единицу времени (год, месяц и т.д.):

$$\Delta M_t = M_{t+1} - M_t.$$

За время от t до $t + 1$ уровень мобилизации может измениться по двум причинам: 1) удалось дополнительно агитировать часть населения $g(1 - M_t)$, где g — коэффициент агитируемости, константа, не зависящая от времени; 2) часть населения, выбывающая из числа членов, участников, сторонников, равна fM_t , где f — постоянный коэффициент выбытия ($g \geq 0, f \geq 0$). Параметры g и f выражают пропорции, в которых соответствующие части населения меняют свое поведение на рассматриваемом отрезке времени.

Тогда уравнение процесса мобилизации можно записать следующим образом:

$$M_{t+1} - M_t = g(l - M_t) - fM_t. \quad (12.5)$$

Уравнение (12.5) может быть преобразовано следующим образом:

$$M_{t+1} = g + (1-f-g)M_t, \quad (12.6)$$

т.е. приведено к виду

$$M_{t+1} = a_0 + a_1 M_t, \quad (12.7)$$

который является стандартной формой линейного разностного уравнения первого порядка с постоянными коэффициентами.

Решением уравнения (12.7) называется такая функция $M(t)$, что последовательность M_t удовлетворяет этому уравнению для заданной области значений t .

Уравнение (12.7) является простейшим и легко может быть решено алгебраическими методами. В общем случае решение данного уравнения имеет вид

$$M_t = \frac{a_0(1 - a_1^t)}{1 - a_1} + a_1^t M_0 \text{ для } a_1 \neq 1,$$

(12.8)

$$M_t = t a_0 + M_0 \text{ для } a_1 = 1.$$

Таким образом, решение уравнения (12.7) однозначно определяется начальным значением M_0 .

Равновесие и устойчивость. Одно из присущих человеку качеств — стремление к стабильности — формализуется в теории динамических систем с помощью понятия равновесия.

Равновесие — состояние системы, в котором интересующие исследователя параметры остаются неизменными: $M_{t+1} = M_t$, причем это не означает, что жизнь в системе вообще замирает. В рамках модели мобилизации предположение о постоянстве M_t не свидетельствует об отсутствии изменений среди сторонников данной партии (часть уезжает, умирает, других партии удастся привлечь на свою сторону), но общее соотношение остается примерно постоянным.

Для определения точки равновесия системы M^* подставим условие $M_{t+1} = M_t$ в уравнение (12.5), в результате чего получим

$$g = (1 - M^*) - fM^*. \quad (12.9)$$

Следовательно,

$$M^* = g / (f + g).$$

Легко показать, что для уравнения (12.7) состояние равновесия вычисляется следующим образом:

$$M^* = a_0 / (1 - a_1). \quad (12.10)$$

Из соотношения (12.8) можно установить, что существуют только варианты поведения решения, изображенные на рис. 12.1 [23]. Вариант I описывает монотонную сходимость к состоянию равновесия (при $a_1 > 0$ и $|a_1| < 1$); вариант II — осциллирующую сходимость к состоянию равновесия (при $a_1 < 0$ и $|a_1| < 1$); вариант III — монотонную расходящуюся (при $a_1 > 0$ и $|a_1| > 1$); вариант IV — осциллирующую расходящуюся (при $a_1 < 0$ и $|a_1| > 1$).

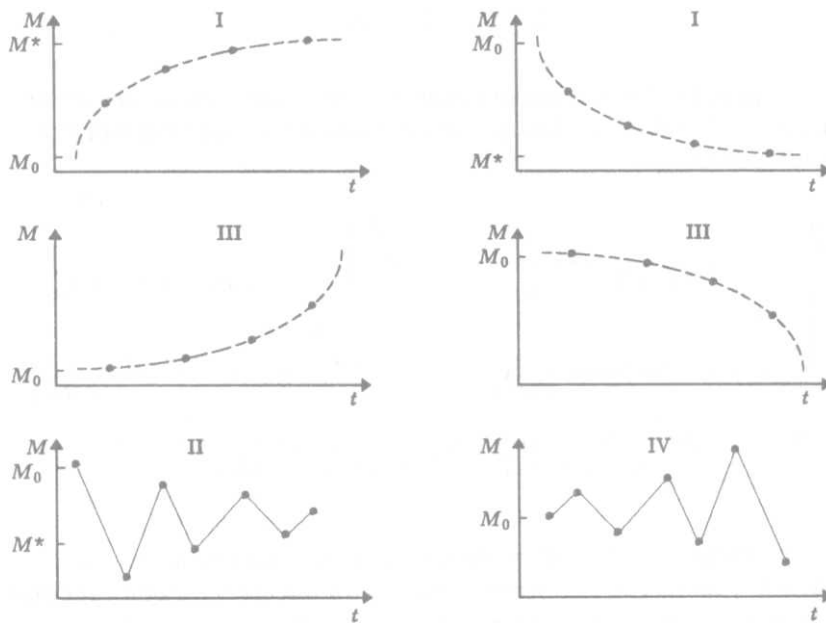


Рис. 12.1. Качественное поведение решений уравнения (12.7)

По определению, варианты I и II характеризуют устойчивую систему — все решения сходятся к положению равновесия неза-

висимо от значений M_0 и a_0 , а варианты III и IV — неустойчивую систему.

Оценка параметров динамической модели. Модель мобилизации использовалась для изучения динамики числа голосов, поданных за демократическую партию в Лэйк Кантри (штат Индиана) в период 1920-1968 гг. [23].

Для оценки численных значений коэффициентов a_0 , a_1 модели применялся метод наименьших квадратов. Разностное уравнение (12.7) рассматривалось как линейное регрессионное уравнение $y = m_0 + m_1 x$, где $y = M_{t+1}$ — доля избирателей в Лэйк Кантри, голосующих за кандидатов от демократической партии в год $t + 1 = 1924, 1928, \dots, 1968$; $x = M_t$ — доля голосующих за демократов в год $t = 1920, 1924, \dots, 1964$.

С помощью метода наименьших квадратов в [23] получены следующие значения коэффициентов: $m_0 = 0,14$; $m_1 = 0,62$. По формуле (12.10) вычисляем состояние равновесия:

$$\hat{M} = \frac{\hat{m}_0}{1 - \hat{m}_1} = \frac{0,14}{1 - 0,62} = 0,37.$$

На рис. 12.2,а изображен график наблюдаемых значений M_t , а на рис. 12.2,б — график решения разностного уравнения (12.7) при $M_0 = M_{1920}$.

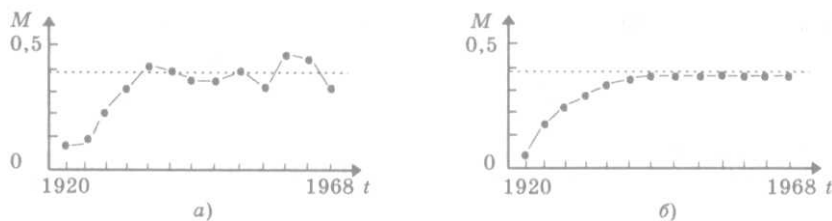


Рис. 12.2. Динамика голосующих за демократов на президентских выборах в Лэйк Кантри (1920-1968)

Сравнение графиков на рис. 12.2, а и б показывает, что разностное уравнение достаточно хорошо описывает качественные характеристики процесса мобилизации. Ясно, что данная модель является чрезвычайно упрощенной, реалистические модели требуют учета большого числа факторов и нелинейных соотношений, однако для понимания поведения систем иногда достаточно изучить простые варианты модели.

12.3. Основные понятия теории дифференциальных уравнений

Дифференциальные уравнения содержат не только функции, но и их производные. Запишем разностные уравнения, рассмотренные в предыдущем параграфе, в следующем виде:

$$\frac{\Delta M_t}{\Delta t} = \frac{M_{t+\Delta t} - M_t}{\Delta t} = f(M_t, t) \quad (12.11)$$

Здесь $\Delta t = 1$. Уравнение (12.11) связывает состояние динамической системы в двух точках: t и $(t + \Delta t)$. Перейдя в левой части этого уравнения к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$, получим

$$dM/dt = f(M, t). \quad (12.12)$$

Уравнение (12.12) является дифференциальным, разрешенным относительно производной.

Будем рассматривать только функции времени $M(t)$, хотя в общем случае это не обязательно. Отметим, что дифференциальное уравнение в отличие от разностного описывает динамику поведения системы в каждой точке t . Уравнение (12.12) функционально связывает скорости изменения (производные по t) величин, характеризующих поведение системы, с самими величинами $M(t)$.

Не отыскивая решения аналитически, в виде формулы, можно составить представление об общей картине этих решений на основе геометрического смысла уравнения (12.12). Напомним геометрический смысл производной dM/dt . В плоскости (M, t) для кривой $M(t)$ величина dM/dt равна тангенсу угла наклона касательной к кривой. Следовательно, зная зависимость dM/dt от переменных M, t , выраженную уравнением (12.12), можно найти направление касательной к кривой, являющейся графиком решения данного уравнения.

Направление касательной можно показать на рисунке, проведя через любую точку (M, t) маленький отрезок прямой под углом φ так, что $\operatorname{tg} \varphi = f(M, t)$ (рис.12.3).

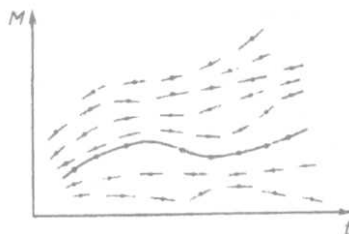


Рис. 12.3. Геометрическая интерпретация решений дифференциального уравнения

Если увеличить число точек, в которых проведено направление касательной, то, как видно из рисунка, образуется множество кривых, являющихся решением дифференциального уравнения (12.12). Это уравнение имеет бесконечное множество решений, а через каждую точку (M_0, t_0) плоскости проходит одно решение. Таким образом, для того чтобы получить конкретное решение уравнения, надо задать начальное условие (M_0, t_0) .

Решением дифференциального уравнения называется функция, которая, будучи подставлена в это уравнение, обращает его в тождество. Графики решения дифференциального уравнения называются *интегральными линиями* этого уравнения. Рассмотрим несколько примеров.

Занимаясь вопросами наукометрии, В.В.Налимов сформулировал две модели развития науки [8]. В простейшей модели предполагается, что скорость роста числа публикаций пропорциональна их достигнутому числу:

$$dy/dt = ky, \quad (12.13)$$

где y — число публикаций; k — константа. Решениями уравнения являются функции типа e^t , т.е. с увеличением времени t число публикаций растет экспоненциально.

Так как при $t \rightarrow \infty$ функция $y(t) = e^t$ принимает бесконечно большие значения, модель (12.13) справедлива только на ограниченном временном интервале. Ясно, что при некотором $t = t^*$ механизм роста числа публикаций должен измениться. Для любого научного направления наступает этап насыщения (торможения).

Рассмотрим уравнение

$$dy/dt = ky(b - y), \quad (12.14)$$

где k и b — константы. Когда y увеличивается и становится сравнимым по величине с b , то $(b-y) \rightarrow 0$ и, следовательно, $dy/dt \rightarrow 0$, т.е. рост y прекращается.

Отметим, что данное логистическое уравнение является нелинейным, так как его правая часть содержит y^2 .

В приведенных примерах динамическая модель описывается одним дифференциальным уравнением. Значительно более реалистические модели можно получить, рассматривая совокупность уравнений.

Системой дифференциальных уравнений называется совокупность уравнений, содержащих несколько неизвестных функций и

их производные. *Решением системы дифференциальных уравнений* называется совокупность функций $y_i(t)$ ($i=1, \dots, n$), которые при подстановке в уравнения обращают их в тождества.

В данном учебном пособии рассматриваются системы дифференциальных уравнений, содержащие столько уравнений, сколько в них входит неизвестных функций, при этом все они являются функцией одной независимой переменной t .

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений следующего вида:

(12.15)

$$\begin{cases} dx / dt = P(x, y); \\ dy / dt = Q(x, y). \end{cases}$$

Отметим, что в правых частях уравнений переменная t в явном виде не содержится. Такие системы называются *автономными динамическими системами второго порядка*. Основная геометрическая интерпретация системы (12.15) связана с рассмотрением плоскости (x, y) , называемой *фазовой плоскостью*, и существенно отличается от геометрической интерпретации, описанной выше. Ее можно назвать кинематической, так как в этой интерпретации каждому решению ставится в соответствие движение точки по кривой, а не кривая в пространстве.

Системы типа (12.15) используются для описания эволюционных процессов. Точка фазового пространства определяет состояние системы. Приложенный к этой точке вектор с координатами $dx/dt, dy/dt$ задает скорость изменения состояния. Точка, где этот вектор обращается в нуль, т.е. $dx/dt=dy/dt=0$, называется положением равновесия, или особой точкой системы.

Решения системы (12.15) будем изображать параметрическими кривыми на фазовой плоскости (x, y) : $x = \varphi(t), y = \Psi(t)$. Сопоставим геометрическую интерпретацию системы (12.15) в пространстве (x, y, t) с интерпретацией на фазовой плоскости.

1. В каждую траекторию фазовой плоскости проектируется совокупность интегральных кривых в пространстве (x, y, t) . Эти кривые получаются друг из друга заменой t на $t-C$, где C — произвольная константа (рис. 12.4, а).

2. Если точка (a, b) является состоянием равновесия системы (12.15) $P(a, b) = 0; Q(a, b) = 0$, то интегральная кривая будет прямой, параллельной оси t . Эта прямая проектируется на плоскость (x, y) в единственную точку (a, b) .

3. Если система имеет периодическое решение с периодом a , то в пространстве (x, y, t) соответствующая интегральная кривая

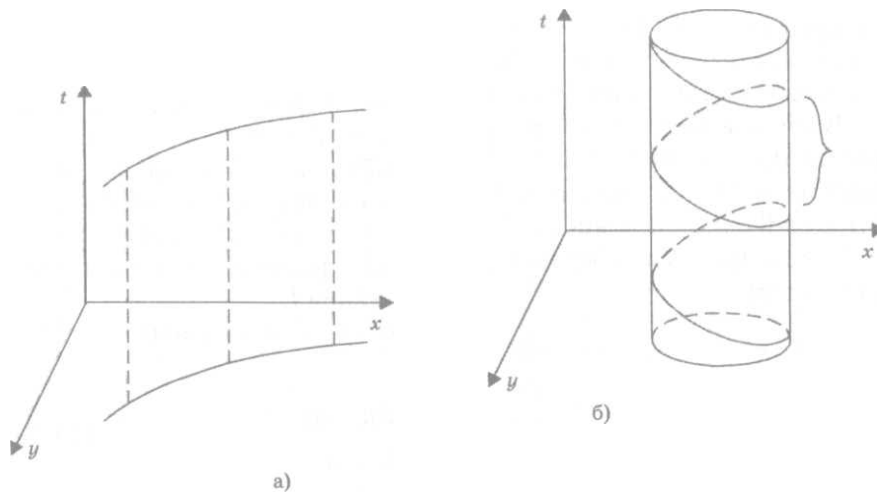


Рис. 12.4. Поведение решений в пространстве (x, y, t) и на фазовой плоскости

представляет собой спираль с шагом a . Эта спираль проектируется на фазовую плоскость в замкнутую кривую (рис. 12.4, б).

При проекции спирали на плоскость (x, t) или (y, t) получим синусоидальную кривую, которая показывает изменение переменной $x(t)$ или $y(t)$.

Системы дифференциальных уравнений часто используются для описания работы технических устройств (механических, электрических и т.д.). Так как система дифференциальных уравнений имеет бесконечное множество решений (конкретное решение определяется начальными условиями), то и технические устройства (машины, механизмы) могут иметь бесконечное множество режимов. На практике эти устройства работают во вполне определенных режимах, что может объясняться выбором конкретных начальных условий и тем, что устройство само стабилизирует свою работу.

Рассмотрим хрестоматийный пример стальных часов с маятником. Если маятник отклонить от вертикального положения достаточно сильно, то часы будут идти с определенной амплитудой колебаний очень долго. Если маятник отклонить недостаточно сильно, то после небольшого числа колебаний он остановится. Таким образом, у данной динамической системы существуют два стационарных решения: периодическое решение, соответствующее нормальному ходу часов, и состояние равновесия — скорость маятника равна нулю. Всякое другое из бесконечного множества решений быстро приближается к одному из двух стационарных решений, каждое из которых является устойчивым в том смысле, что решение, не слишком сильно откло-

няющееся от стационарного в начальный момент, стремится к стационарному.

В окрестности особых точек фазовые траектории могут быть шести типов, схематично показанных на рис. 12.5 (стрелки на фазовой траектории указывают направление изменения параметра t).

На рис. 12.5 особая точка условно помещена в начало координат. Траектории, которым принадлежит особая точка на рис. 12.5, д, называются *сепаратрисами*.

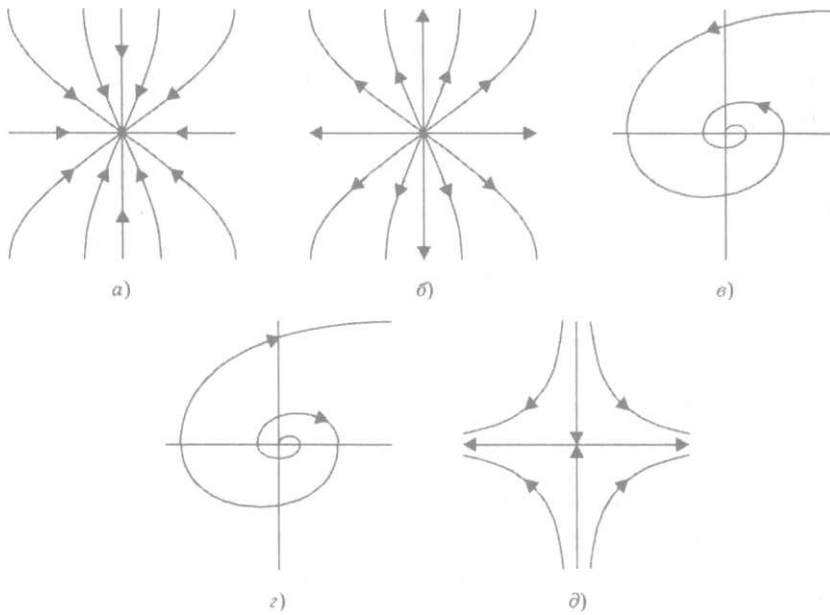


Рис. 12.5. Фазовые траектории в окрестности особой точки: a — устойчивый узел; b — неустойчивый узел; c — устойчивый фокус; d — неустойчивый фокус; e — "седло"

Классификация типов поведения фазовых кривых в окрестности особой точки была осуществлена великим французским математиком и философом Анри Пуанкаре (1854-1912), который ввел также понятие предельного цикла, играющее важнейшую роль в различных приложениях теории дифференциальных уравнений.

Предельным циклом дифференциального уравнения называется изолированное периодическое решение этого уравнения (рис. 12.6). Для качественного исследования поведения динамической системы достаточно определить состояния равновесия, наличие предельных циклов, ход сепаратрис. С точки зрения



Рис. 12.6. Предельный цикл

качественного исследования знание точной формы траекторий не представляет интереса.

В настоящее время качественное изучение моделей эволюционных процессов стало доступно широкому кругу пользователей благодаря наличию и стремительному совершенствованию соответствующего программного обеспечения (пакеты прикладных программ

DYANA, STELLA, Mathcad, Matlab, Mathematica и др.). Не составляет труда получить достаточно точное решение дифференциального уравнения с помощью Excel [6].

Вместо решения дифференциального уравнения можно исследовать его аналог — разностное уравнение. Последнее можно считать приближенной моделью дифференциального уравнения. Следует иметь в виду, что решения разностного уравнения часто ведут себя менее гладко, чем решения дифференциального уравнения. В разностной модели учитывается поведение системы только на концах дискретных временных интервалов, тогда как дифференциальное уравнение описывает непрерывное течение процесса при каждом t .

При моделировании социальных процессов считается, что разностные уравнения более точно описывают процессы, связанные с электоральным циклом [23]. Действительно, возвращаясь к модели мобилизации из § 12.2, заметим, что процесс мобилизации можно считать дискретным, так как его действие проявляется в основном в период выборов.

Как будет показано в следующем параграфе, в простых случаях качественный анализ поведения системы может быть проделан без использования ЭВМ.

12.4. Модель гонки вооружений Ричардсона

Рассмотрим следующую ситуацию, в которой могут оказаться две враждующие страны. Первая страна ("желтые") вооружается, опасаясь потенциальной угрозы войны с соседней враждебной страной ("зеленые"). В свою очередь "зеленые", зная о росте затрат на вооружение у "желтых", также увеличивают расходы на вооружение. Предположим, что каждая страна изменяет скорость роста (сокращения) вооружений пропорционально уровню затрат другой. Математически эта ситуация может быть смоделирована

следующим образом. Пусть $x(t)$ — расходы на вооружение "желтых" к моменту $t \geq 0$, $y(t)$ — то же, но "зеленых". Тогда простейшая модель гонки вооружений может быть сформулирована в виде системы двух линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами:

$$\begin{cases} dx / dt = ay, \\ dy / dt = bx, \end{cases} \quad (12.16)$$

где a и b — положительные константы. Эти уравнения описывают положительную обратную связь.

Модель (12.16) имеет очевидный недостаток: рост затрат на вооружение ничем не лимитируется. Естественно предположить, что чем больше текущий уровень затрат на оборону, тем меньше скорость его роста (отрицательная обратная связь). Получаем следующую систему уравнений:

$$(12.17) \quad \begin{cases} dx / dt = ay - mx, \\ dy / dt = bx - ny, \end{cases}$$

где a , b , m , n — положительные константы.

Рассмотрим третий постулат, включенный Л. Ричардсоном в модель: государство наращивает вооружение, руководствуясь своими державными притязаниями и враждебностью к другим государствам, даже если другие страны не угрожают существованию данного государства. Обозначим соответствующие коэффициенты претензии через r и s ($r > 0$ и $s > 0$). Если $r < 0$ и $s < 0$, то их можно назвать коэффициентами доброй воли. Получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} dx / dt = ay - mx + r, \\ dy / dt = bx - ny + s, \end{cases} \quad (12.18)$$

Решением системы (12.18) являются функции $x(t)$ и $y(t)$, определяемые для данных начальных условий x_0, y_0 (начальное состояние гонки вооружений) [13, 24-26].

Элементарный анализ модели. Одним из важнейших свойств, которые "разумно" потребовать от гонки вооружений, является стабильность. Формализуем это требование следующим образом.

Уровень затрат на вооружение должен быть постоянным и не зависеть от времени:

$$dx/dt = dy/dt = 0, \quad (12.19)$$

т.е. желательно, чтобы система находилась в состоянии равновесия.

Условия равновесия для системы (12.18) записываются в следующем виде:

$$ay - mx + r = 0, \quad (12.20)$$

$$bx - ny + s = 0. \quad (12.21)$$

Из (12.20) определим

$$y = (m/a)x - r/a \quad (12.22)$$

и рассмотрим геометрическую интерпретацию линейного уравнения (12.22) на фазовой плоскости (x, y) (рис. 12.7).

Для всех точек прямой G имеем $dx/dt = 0$. Можно сказать, что первое уравнение системы (12.18) задает горизонтальную компоненту скорости движения точки в фазовой плоскости, а второе уравнение — вертикальную. Ясно, что если в некоторой точке фазовой плоскости $dx/dt > 0$, то $x(t)$ возрастает и решение системы движется от этой точки вправо, а если $dx/dt < 0$, то влево. Аналогично, если $dy/dt > 0$ (< 0), то точка движется вверх (вниз).

Из школьного курса алгебры известно, что прямая G делит плоскость (x, y) на две полуплоскости. Для всех точек одной

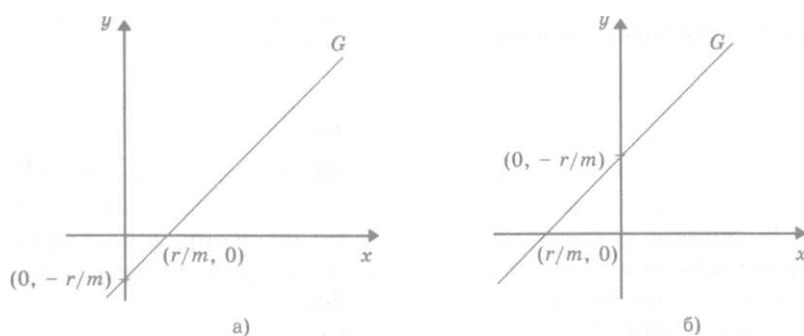


Рис. 12.7. Геометрическая интерпретация уравнения (12.22):

а — при $r > 0$; б — при $r < 0$

полуплоскости $dx/dt > 0$, а другой полуплоскости $dx/dt < 0$. То есть первое уравнение системы (12.18) как бы заставляет точки притягиваться по горизонтали к прямой G . Аналогичное утверждение верно для второго уравнения этой системы и прямой Z (вертикальное притяжение) (рис. 12.8). Прямые G и Z делят первый квадрант на четыре области, обозначенные римскими цифрами I, II, III, IV.

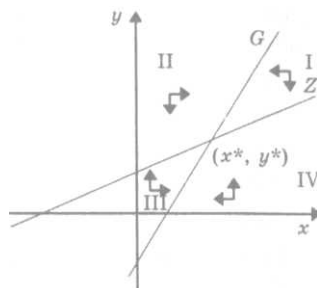


Рис. 12.8. Точка равновесия в первом квадранте

Рассмотрим поведение модели Ричардсона при $t \rightarrow \infty$. Возможны три случая:

1. Бесконечная гонка вооружений: $x \rightarrow \infty$ и $y \rightarrow \infty$.
2. Взаимное разоружение: $x \rightarrow 0$, $y \rightarrow 0$.
3. Равновесие вооружений: $x \rightarrow x^*$, $y \rightarrow y^*$, где $y^*, x^* > 0$. Точка равновесия (x^*, y^*) находится на пересечении прямых G [уравнение (12.20)] и Z [уравнение (12.21)] (см. рис. 12.8).

Легко показать, что если $r > 0$ и $s > 0$, то точка пересечения G и Z лежит в первом (см. рис. 12.8) или третьем (рис. 12.9) квадранте.

Стрелки на рис. 12.8-12.10 показывают горизонтальную и вертикальную составляющие движения точки, находящейся в той или иной области фазовой плоскости. В варианте, показанном на рис. 12.8, из любой начальной точки решение со временем приходит в точку равновесия, достигается "баланс сил", причем независимо от начального уровня вооружений. Из рис. 12.9 видно, что если начальная точка попала в область II, то $x \rightarrow \infty$ и $y \rightarrow \infty$.

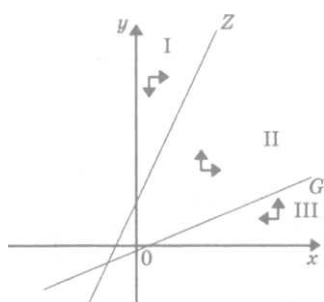


Рис. 12.9. Точка равновесия в третьем квадранте

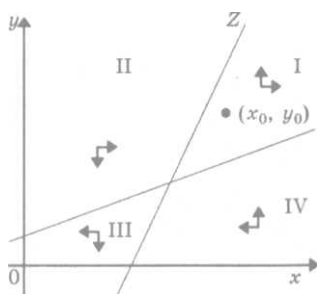


Рис. 12.10. Поведение системы при $r < 0$ или (и) $s < 0$

Рассмотрим ситуацию, когда по меньшей мере один из коэффициентов $r, s < 0$ (рис. 12.10).

Если начальный уровень затрат, т.е. точка (x_0, y_0) , находится в области I, то гонка вооружений будет бесконечной ($x \rightarrow \infty, y \rightarrow \infty$). Если начальная точка находится в области III, то решение системы (12.18) также "уходит" от равновесия (x^*, y^*) , но зато стремится к точке $(0, 0)$ (взаимное разоружение).

Таким образом, наличие у одного или обоих государств "доброй воли" ($r, s < 0$) не гарантирует удовлетворительного исхода гонки вооружений. Все зависит от начального состояния системы.

Очевидно, что поведение модели Ричардсона зависит от соотношения коэффициентов a, b, m, n и знаков r, s . Читателю предлагается самостоятельно убедиться, что имеют место четыре возможных случая:

1. Если $mn - ab > 0, r > 0, s > 0$, то существует точка равновесия.
2. Если $mn - ab < 0, r > 0, s > 0$, то логика модели ведет к неограниченной эскалации гонки вооружений.
3. Если $mn - ab > 0, r < 0, s < 0$, то гарантируется полное взаимное разоружение.
4. Если $mn - ab < 0, r < 0, s < 0$, то пессимистичность или оптимистичность прогноза существенно зависит от начального состояния.

Для проверки своей достаточно упрощенной модели Ричардсон собрал данные о гонке вооружений перед первой мировой войной (1909-1913 гг.). Изучая противоборство двух блоков (x — Франция и Россия, y — Германия и Австро-Венгрия, расходы Англии, Италии и Турции не учитывались), Ричардсон составил таблицу военных бюджетов для четырех стран (все затраты даны в миллионах фунтов стерлингов) (табл. 12.3).

Таблица 12.3. Расходы на вооружение

Страна	1909	1910	1911	1912	1913
Франция	48,6	50,9	57,1	63,2	74,7
Россия	66,7	68,5	70,7	81,8	92,7
Германия	63,1	62,0	62,0	68,2	95,4
Австро-Венгрия	20,8	23,4	23,4	25,5	26,9
Сумма	199,2	204,8	214,9	238,7	289,0
Рост	5,6	10,1	23,8	50,3	
Среднее за 2 года	202,0	209,8	226,8	263,8	

Чтобы сравнить модель с реальными данными, Ричардсон предположил, что $a = b$ и $m = n$. Тогда уравнения (12.18) можно записать следующим образом:

$$dx/dt = ay - mx + r,$$

$$dy/dt = ax - my + s.$$

Сложив эти два уравнения, получаем

$$d(x+y)/dt = (a - m)(x+y) + (r+s).$$

Положим $x+y = z$, $a-m = k$, $r+s = f$, тогда

$$dz/dt = kz + f. \tag{12.23}$$

Общее решение этого уравнения записывается следующим образом:

$$z(t) = (z_0 + f/k)e^{kt} - f/k, \tag{12.24}$$

где z — суммарные затраты на вооружение двух блоков; z_0 — начальное состояние.

Рассмотрим поведение решения (12.24) в зависимости от соотношения коэффициентов. Если $a < m$, то $k < 0$, следовательно, первый член правой части соотношения (12.24) стремится к нулю при $t \rightarrow \infty$ и решение асимптотически стремится к значению $(-f/k)$.

Если $a > m$, то $k > 0$ и $z(t)$ экспоненциально растет. На рис. 12.11 ось абсцисс соответствует суммарному военному бюджету Франции, России, Германии и Австро-Венгрии в годы, предшествующие первой мировой войне (z). Ось ординат соответствует темпам роста расходов на вооружение ($\Delta z / \Delta t$).

Отмеченные на рис. 12.11 четыре точки соответствуют данным из табл. 12.3. Легко видеть, что все они лежат на одной прямой, что вполне соответствует соотношению (12.23), и, следовательно, модель Ричардсона достаточно достоверно описывает рассматриваемую ситуацию.

Известный американский математик Т. Саати считает, что "приведенная выше модель представля-

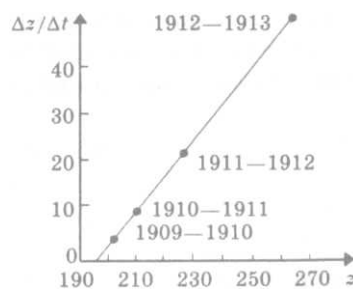


Рис. 12.11. Скорость роста затрат на вооружение

ется гораздо более убедительной, если вместо вооружений провести на ней изучение проблем угрозы, поскольку люди реагируют на абсолютный уровень враждебности, проявляемый по отношению к ним другими, и испытывают чувство тревоги в степени, пропорциональной уровню враждебности, которую они сами испытывают. Примечательной чертой такой модели является точно выраженная зависимость уровня вооружений одной стороны от уровня вооружений другой. Это позволяет каждой стороне корректировать уровень собственных вооружений по реакции ее потенциальных противников на уровень ее вооружений в прошлом" [13, с. 92].

Политологи установили, что для анализа большинства серьезных международных конфликтов за последние 200 лет можно использовать модель Ричардсона. Оказалось, что из 30 конфликтов, сопровождавшихся гонкой вооружений, 25 закончились войной. При отсутствии гонки вооружений только три из 70 конфликтов привели к войне.

Отметим, что гонка вооружений может закончиться вполне мирно в случае экономического краха одной из враждующих сторон. Аналогичные модели применялись для анализа динамики предвыборных расходов и прогнозирования поведения участников аукционов.

12.5. Модели сотрудничества и борьбы за существование

Модели Лотки-Вольтерра. В данном параграфе будут рассмотрены простейшие нелинейные системы дифференциальных уравнений, позволяющие тем не менее создавать достаточно реалистические модели социальных процессов. Но прежде чем перейти к моделированию социальных взаимодействий, рассмотрим так называемые модели Лотки—Вольтерра, активно применяемые биологами для изучения взаимодействия популяций [12].

Проанализируем систему двух дифференциальных уравнений, описывающих взаимодействие двух популяций:

$$dx_1/dt = c_1x_1 + a_{12}x_1x_2 + a_{11}x_1^2,$$

$$dx_2/dt = c_2x_2 + a_{21}x_1x_2 + a_{22}x_2^2,$$

где $x_1(t)$ и $x_2(t)$ — численность популяций в момент t .

Линейные члены c_1x_1 и c_2x_2 в правых частях уравнений соответствуют свободному размножению видов. Если коэффициент

$c_i > 0$, то численность соответствующего вида растет (положительная обратная связь), если $c_i < 0$, то численность уменьшается (отрицательная обратная связь).

Члены $a_{ii} x_i^2$ отражают наличие внутривидовой конкуренции при $a_{ii} < 0$. Если $a_{ii} > 0$, то мы имеем дело с сильной положительной обратной связью, отражающей эффект "группирования", — благоприятное влияние на численность популяции процесса образования сообществ.

Наиболее интересны в этой модели произведения факторов $x_1 x_2$, отражающие процесс взаимодействия двух популяций. Если коэффициенты a_{ij} отрицательны, то виды конкурируют друг с другом. При $a_{ij} > 0$ процесс взаимодействия биологи называют симбиозом (в социальной сфере более уместно говорить о сотрудничестве, кооперации). Если $a_{12} > 0$ и $a_{21} < 0$, то первый вид является хищником, а второй — жертвой (если численность первого вида больше, то это взаимодействие паразита с хозяином).

В литературе рассматривались как более простые системы (часть коэффициентов равна нулю), так и различные обобщения, учитывающие влияние дополнительных факторов. Необходимость обобщений обусловлена таким серьезным недостатком модели Лотки-Вольтерра, как неустойчивость решений системы уравнений. Получается, что любое случайное изменение численности одного из видов приводит к изменению траекторий развития, тогда как в природных условиях взаимодействие видов протекает достаточно устойчиво [12].

В моделях Лотки-Вольтерра решения могут носить циклический характер, что соответствует процессам, наблюдаемым в природе. Рассмотрим систему двух видов: волки и зайцы. Рост численности волков ведет к сокращению поголовья зайцев. Вызванный этим дефицит пищи приводит к сокращению численности волков, что в свою очередь способствует развитию популяции зайцев.

Модели взаимодействий в социальной сфере. Г.Р.Иваницкий, анализируя искусствоведческую литературу, считает, что в хаосе различных течений и направлений можно выделить закономерность — пульсирующий характер развития [7]. Так, для творческого процесса характерен этап зарождения нового направления, который может длиться десятки лет. Иваницкий выделяет два фактора, регулирующие длительность этапа зарождения нового направления в науке или искусстве: психологический и социальный. Любой ученый или деятель искусства испытывает воздействие своих коллег. Он либо сопротивляется каким-либо

идеям, либо ощущает сопротивление своим идеям. Возможно пребывание одновременно в двух указанных состояниях.

Творческая среда достаточно консервативна. Консерватизм в данном случае является защитным механизмом, призванным сдерживать необоснованные притязания реформаторов. Сила сопротивления пропорциональна величине притязаний реформатора.

В случае успеха в развитии любого направления наступает стадия экспоненциального роста количества продукции. На этой стадии в данное направление науки или искусства вливается большое число специалистов. По мере насыщения наблюдается уменьшение интереса, замедление роста продуктивности, начинается отток специалистов. Затем какое-либо революционизирующее открытие вновь пробуждает интерес к хорошо забытому направлению, и оно опять начинает развиваться по экспоненте.

Иваницкий считает, что область науки или искусства, состоящая из большого числа различных направлений, также характеризуется пульсирующим характером развития. В простейшем случае уравнения развития науки или искусства имеют следующий вид:

$$\begin{cases} dN_1 / dt = k_1 N_1 N_2 - k_2 N_1, \\ dN_2 / dt = k_3 N_1 N_2 - k_4 N_2, \end{cases} \quad (12.25)$$

где $N_{1,2}$ —число специалистов; dN_1/dt , dN_2/dt — скорости изменения числа специалистов соответственно в областях 1 и 2; k_i — коэффициенты, зависящие от начальных условий. Первое уравнение системы (12.25) означает, что скорость изменения количества продукции пропорциональна произведению $N_1 N_2$ и обратно пропорциональна численности работников в данной области.

Численные эксперименты показали, что кривые, являющиеся решением системы (12.25), циклически колеблются около экспоненциального тренда. Так как поведение решения системы (12.25) соответствует эмпирическим данным, то, как считает Иваницкий, данная модель может претендовать в первом приближении на качественное описание реального творческого процесса.

В данной главе в основном рассматривались примеры динамических моделей социальных процессов на макроуровне, однако в литературе имеется много примеров использования дифференциальных уравнений для моделирования индивидуального поведения и групповой деятельности [4,15]. Язык дифференциальных уравнений позволяет точно сформулировать утверждения,

которые можно описать и на обыденном языке, но в значительно более расплывчатой форме.

Решая дифференциальные уравнения, можно забыть о содержательном смысле переменных и использовать математический аппарат, разрабатываемый в течение нескольких столетий целым рядом выдающихся математиков. Используя их результаты, можно исследовать особенности поведения решений, получить качественные оценки.

Следует отметить, что при интерпретации полученных решений необходимо снова вернуться к языку содержательных понятий для оценки адекватности и осмысленности полученных математических выводов.

12.6. Системная динамика Форрестера

Ориентированная на компьютерное моделирование методология системной динамики (разрабатываемая школой Дж. Форрестера) представляет собой в настоящее время достаточно мощный инструментарий для исследования динамических процессов. Базовым конструктом системной динамики является представление исследуемого процесса в виде диаграммы, состоящей из петель положительной и отрицательной обратной связи, практически совпадающей с рассматриваемыми в § 3.2 когнитивными картами. Можно сказать, что когнитивные карты служат протомоделями для теории системной динамики, математическим аппаратом которой являются системы дифференциальных уравнений. Для компьютерного моделирования подобных систем разработан специальный язык программирования DYNAMO и целый ряд специализированных пакетов.

Под руководством Форрестера в Массачусетском технологическом институте (Кембридж, США) создана национальная модель, имитирующая развитие американской экономики. На вход модели не подаются экзогенные временные ряды, ее поведение полностью определяется взаимодействием эндогенных факторов. В поведении модели можно наблюдать циклы с периодом 3-7 лет, циклы Кузнеца, волны Кондратьева, но особенно важно то, что удастся выявить эффект нелинейного взаимодействия волн различного периода. Так, неожиданный для бизнесменов и правительства резкий спад 1982 г. и последовавшее затем на удивление быстрое восстановление экономики Форрестер объясняет тем, что деловые циклы резко увеличивают свою амплитуду, когда экономика находится в точке максимума волны Кондратьева или в начале стадии спада. В период подъема волны

Кондратьева амплитуда деловых циклов значительно меньше, что подтверждается данными за 1945-1965 гг.

Практика моделирования показывает, что широкое использование нелинейности часто обеспечивает устойчивость модели по отношению к вариациям значений параметров. Форрестер утверждает, что такая ситуация типична для социальных систем. Если реальная система устойчива, то такой же должна быть модель. Аргументом в пользу нечувствительности реальных систем к конкретным значениям параметров, по мнению Форрестера, является сходство экономических проблем, с которыми сталкиваются страны с различными культурными, идеологическими особенностями. Форрестер считает, что в нелинейном мире деятельность ученого, специализирующегося в области социальных наук, должна быть ближе к профессии инженера или медика, а не теоретика-физика или математика.

По-видимому, наиболее известной моделью системной динамики является модель мирового развития (МИР-3), разработанная группой исследователей Массачусетского технологического института под руководством Д.Медоуза [5]. Модель МИР-3 относится к области глобального моделирования, в которой изучаются долгосрочные тенденции развития таких систем, как мир в целом, государство, крупный регион. В глобальных моделях, как правило, рассматривается взаимосвязь экономических, демографических, экологических, социальных и технологических факторов развития.

Группа Медоуза анализировала возможные пути глобального развития с 1900 по 2100 г. Расчеты в рамках данной модели показали неизбежность кризиса, вызванного истощением невозобновляемых ограниченных ресурсов. Кризис ведет к резкому падению промышленного производства, сокращению инвестиций в сельское хозяйство. Развитие кризиса ведет к уменьшению производства продуктов питания и ухудшению медицинского обслуживания, что в конечном итоге вызывает рост смертности и сокращение численности населения планеты. Вычислительные эксперименты, связанные с изменением основных параметров, показали, что качественная картина решений является довольно устойчивой (менялось только время наступления кризиса и удельный вес кризисных факторов — нехватка продуктов питания, загрязнение среды).

Разработчики модели МИР-3 считают, что единственной возможностью избежать катастрофы является стабилизация численности населения и объема промышленного капитала. Кроме того, необходимо снижение начиная с 1975 г. потребления ресурсов на душу населения в 8 раз и сокращение в 4 раза генерации

загрязнения окружающей среды. При выполнении данных рекомендаций система выходит на уровень "глобального равновесия".

Анализируя результаты 35-летнего периода применения методов системной динамики для решения широкого спектра теоретических и прикладных задач, Дж.Форрестер подчеркивает, что успех напрямую зависит от правильного понимания роли моделирования социальных процессов.

Системная динамика является парадигмой, т.е. новым способом изучения социальной реальности. Целью системной динамики является усиление, расширение возможностей когнитивных (ментальных) моделей [19, с. 216]. Обычные интуитивные подходы к решению социальных проблем становятся неприемлемыми в условиях растущей сложности социальных систем и внешней среды. Не справляются со сложностью социального мира и математические подходы. Модели, используемые в системной динамике, являются компьютерными моделями, с помощью которых осуществляется имитация поведения сложных систем. Экспериментирование с моделью позволяет существенно углубить понимание поведения сложных систем и нередко спрогнозировать появление непредвиденных последствий, в том числе катастрофических. Однако реальную пользу моделирование приносит только в тех случаях, когда модель становится средством эффективной, компетентной коммуникации.

Соглашаясь с точкой зрения Форрестера, отметим, что подобное понимание роли моделирования социальных процессов стало возможным только в последние годы, благодаря развитию когнитивного подхода.

Задачи и упражнения

1. Как с помощью Excel построить график функции, заданной формулой?
2. Исследуйте поведение функций из § 5.2, варьируя значения коэффициентов.
3. Сформулируйте модель Ричардсона на языке разностных уравнений. Проанализируйте поведение решений с помощью Excel.
4. Попробуйте учесть в модели Ричардсона эффект запаздывания.
5. Как смоделировать воздействие внешнего случайного фактора на поведение модели Ричардсона?
6. Какие уравнения точнее описывают ход социальных процессов: разностные или дифференциальные?
7. Как вы считаете, рассмотренные в данной главе модели описывают эволюцию социальных систем на макроуровне или на микроуровне?

Литература

1. **Арнольд В.И.** "Жесткие" и "мягкие" математические модели // Математическое моделирование социальных процессов. М.: МГУ, 1998. С.29-51.
2. **Бородкин Л.И.** Моделирование взаимодействия в системе "народ— правительство": модификация модели Вайдлиха// Математическое моделирование исторических процессов. М., 1996. С. 122-142.
3. **Вольтерра В.** Математическая теория борьбы за существование. М., 1976.
4. **Гаврилец Ю.Н., Ефимов Б.А.** Изменения предпочтений индивидов в социальной среде// Экономика и математические методы. 1997. №2. С. 76-93.
5. **Геловани В.А., Пионтковский А.А., Юрченко В.В.** О задаче управления в глобальной модели WORLD-3. М., 1975.
6. **Долголаптев В.Г.** Работа в Excel 7.0 для Windows 95 на примерах. М.: Бином, 1995.
7. **Иваницкий Г.Р.** На пути второй интеллектуальной революции// Техника кино и телевидения. 1988. № 5. С. 33-39.
8. **Налимов В.В., Мульченко З.М.** Наукометрия. М., 1969.
9. **Паповян С.С.** Математические методы в социальной психологии. М.: Наука, 1983.
10. **Плотинский Ю.М.** Математическое моделирование динамики социальных процессов. М.: МГУ, 1992.
11. **Плотинский Ю.М.** Иконологическое моделирование — новый инструмент социологов//Социологические исследования. 2000. № 5. С. 116-122.
12. **Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б.** Математические модели биологических продукционных процессов. М.: МГУ, 1993.
13. **Саати Т.Л.** Математические модели конфликтных ситуаций. М., 1977.
14. **Сергазин Ж.Ф.** Введение в социальное моделирование. Л., 1991.
15. **Тихомиров Н.П.** и др. Моделирование социальных процессов. М., 1993.
16. **Трахтенгерц Э.А.** Компьютерная поддержка принятия решений. М., 1998.
17. **Тутубалин В.Н.** и др. Математическое моделирование в экологии. М., 1999.
18. **Форрестер Дж.** Мировая динамика М., 1978.
19. **Forrester J.W.** System Dynamics and the Lessons of 35 years // A Systems — based approach to Policymaking / Ed.by De Green U.B. Boston: Kluwer, 1995. P. 199-239.
20. **Forrester J.W.** Nonlinearity in high-order models of social systems// Eur. J. of Opnl. Res. 1987. Vol. 30. P. 104-109.
21. **Hanneman R.A.** Computer-assisted theory building. Modeling dynamic social systems. N. Y.: Sage. 1988.

22. **Harvey D.L., Reed M.** Social Science as the Study of Complex Systems //Chaos Theory in the Social Sciences / Ed.by L.D.Kiel and E.Elliot Ann Arbor. The Univ. of Michigan Press, 1996. P. 295-323.

23. **Huckfeldt R.R., Kohfeld C.W., Likens T.W.** Dynamic modeling. An Introduction. Newbery Park: Sage, 1982.

24. **Olinick M.** An Introduction to mathematical models in social and life science. N.Y., 1978.

25. **Rapoport A.** Mathematical models in the social and behavioral science. N.Y.: Wiley, 1983.

26. **Richardson L. E.** Arms and Insecurity. Pittsburgh: Boxwood, 1960.

27. **Weidlich W.** Stability and Cyclicity in Social Systems // Behavioral Sci. Vol. 33. 1988. P. 241-256.

Глава 13. Модели хаоса и катастроф

13.1. Математическая модель катастрофы "сборка"

Рассмотрим основные положения теории катастроф на примере катастрофы "сборка", которой соответствует дифференциальное уравнение

$$dx/dt = -x^3 + bx + a. \quad (13.1)$$

При варьировании значений параметров a и b поведение системы (число стационарных точек, их расположение) будет также меняться. Для изучения качественного характера этих изменений рассмотрим потенциальную функцию

$$F(x, a, b) = x^4 / 4 - bx^2 / 2 - ax.$$

Заметим, что $-dF/dx = -x^3 + bx + a$. На рис. 13.1 приведены двумерные графики, характеризующие поведение функции F .

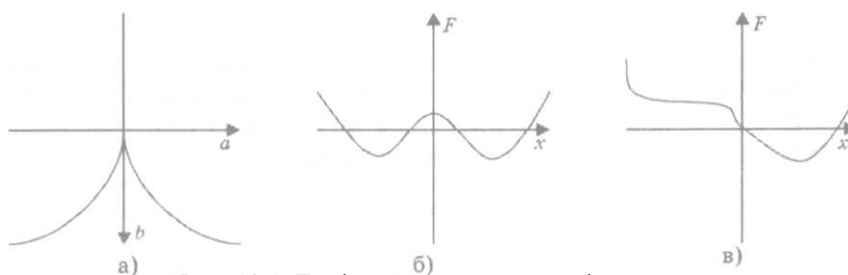


Рис. 13.1. Графики потенциальной функции

На рис 13.1,*a* изображена так называемая бифуркационная кривая ($4b^3 - 27a^2$). Эта кривая разделяет плоскость (a, b) на две части. Внутри кривой функция F имеет два минимума (рис. 13.1,*б*). За пределами этой кривой функция F имеет только один минимум (рис. 13.1,*в*). Как известно, экстремальные значения функции F можно определить, приравняв нулю первую производную:

$$x^3 - bx - a = 0. \quad (13.2)$$

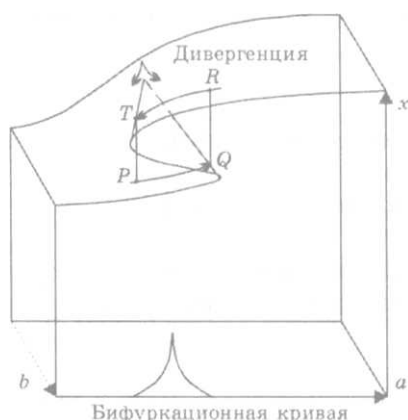


Рис. 13.2. Катастрофа "сборка"

Заметим, что это же уравнение определяет стационарные точки дифференциального уравнения (13.1).

Если в трехмерном пространстве по вертикальной оси отложить положения особых точек уравнения (13.1) x^* , а по двум другим осям — значения параметров a и b , то получим поверхность катастроф

(рис. 13.2). Проекция на плоскость параметров (a, b) точек поверхности, в которых имеется вертикальная касательная, даст бифуркационную кривую.

Перепишем уравнение (13.2) в следующем виде:

$$x^3 - yx - z = 0, \quad (13.3)$$

где $y = b$; $z = a$. Можно считать, что это уравнение задает нелинейную функцию, в которой y и z — независимые переменные, а x — зависимая. График этой функции можно нарисовать в трехмерном пространстве с помощью Excel. Главная трудность в изучении рассматриваемой функции заключается в том, что при некоторых значениях независимых переменных эта функция становится неоднозначной. Тем не менее график такой функции построить можно. Допустим, что в функции (13.3) зависимой переменной является z , тогда можно записать

$$z = x^3 - xy, \quad (13.4)$$

а это уже обычная функция двух переменных x и y , и ее можно построить с помощью электронных таблиц.

Целесообразно также провести исследование функции z , построив серию графиков при фиксированных значениях y из интервала $(-5;5)$.

Как указывалось в § 12.3, основными характеристиками фазового портрета на плоскости являются положения равновесия и предельные циклы. Сепаратрисы связывают седловые положения равновесия с особыми точками и предельными циклами. Если менять параметры структурно-устойчивой системы, то ее фазовый портрет будет также меняться, но его топологическая структура в определенном диапазоне значений параметра будет оставаться постоянной. При достижении критических значений параметров происходит бифуркация — меняется топологическая структура фазового портрета. Качественное исследование динамической системы, зависящей от параметров, предполагает описание всех возможных в ней бифуркаций и определение множества бифуркационных значений параметров.

Рассмотрим системы, зависящие от одного параметра. Вернемся к рис. 12.5, на котором изображены типичные фазовые портреты в окрестности точки равновесия. В двух случаях положение равновесия является устойчивым: устойчивые фокус и седло, и в трех — неустойчивым: седло и неустойчивые узел и фокус.

Если в процессе изменения системы параметр подходит к бифуркационному значению, то либо два положения равновесия сливаются и "умирают" (система совершает скачок, перескочив на другой режим), либо "рождается" пара положений равновесия. Причем из двух положений равновесия одно устойчиво, а другое неустойчиво.

Ситуация возникновения предельного цикла может быть проиллюстрирована следующей системой уравнений:

$$(13.5) \quad \begin{cases} dr/dt = \lambda r - r^3; \\ d\varphi/dt = c, \end{cases}$$

где c — константа, r и φ — полярные координаты ($x = r\cos\varphi$; $y = r\sin\varphi$). Если $\lambda < 0$, то динамическая система (13.5) имеет один устойчивый фокус. Если параметр λ изменяется и становится положительным, то происходит бифуркация Хопфа, фокус теряет устойчивость и в системе возникает устойчивый предельный цикл с радиусом $\sqrt{\lambda}$ [1]. Фазовый портрет системы (13.5) в этом случае будет состоять из траекторий, изнутри и снаружи "наматывающихся" на предельный цикл. Это означает,

что независимо от начального состояния система достаточно быстро перейдет в режим периодических колебаний (автоколебательный режим).

Рассмотрим бифуркации, связанные с предельными циклами. В этом случае возможны два варианта. При первом варианте из устойчивого фокуса при изменении параметра рождается устойчивый предельный цикл (рис. 13.3). В случае второго варианта при изменении параметра неустойчивый предельный цикл исчезает, и его неустойчивость передается положению равновесия — фокусу (рис. 13.4).

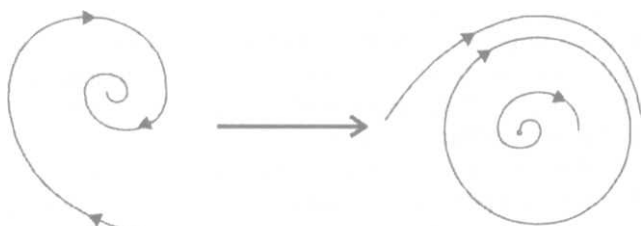


Рис. 13.3. Рождение цикла

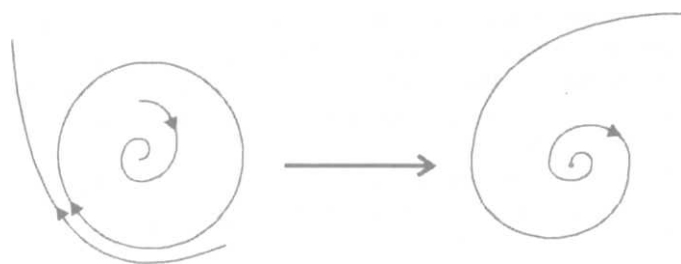


Рис. 13.4. Гибель цикла

В первом варианте после потери устойчивости положения равновесия устанавливается колебательный периодический режим (мягкая потеря устойчивости). Во втором варианте система уходит со стационарного режима скачком (жесткая потеря устойчивости) и переходит на другой режим движения [1].

Множество точек, к которым притягиваются траектории автономных систем, называется *аттрактором*. Для систем с двумя переменными существует только два типа аттракторов — особая точка и предельный цикл. В первом случае все изучаемые ве-

личины с течением времени выходят на постоянные значения, во втором — на периодический режим.

При количестве переменных в системе $N \geq 3$ и наличии в правой части только линейных и квадратичных членов возможно возникновение странных аттракторов.

13.2. Портреты хаоса

Для того чтобы интуитивно понять основные концепции теории хаоса, не обязательно штудировать тома математической литературы. Достаточно провести несколько экспериментов, доступных любому студенту, знакомому с основными возможностями электронных таблиц (см. § 12.1).

Исследуем поведение решений следующего логистического разностного уравнения:

$$x_{t+1} = \lambda x_t (1 - x_t). \quad (13.6)$$

Здесь предполагается, что емкость рынка равна 1, поэтому $0 \leq x_t \leq 1$, т.е. x_t — это доля рынка, завоеванная новинкой к моменту t ; λ — параметр управления [7].

Исследуем поведение системы (13.6) с помощью Excel, но несколько модифицируем схему вычислений. Столбец A сформируем так же, как и в § 12.1, параметр λ запишем в ячейку C1. Сформируем вспомогательный столбец B, равный столбцу A, но со сдвигом на одну ячейку вниз (табл. 13.1).

Таблица 13.1. Фрагмент окна Excel

	A	B	C
1	0,85	0	1,8
2	=C\$1*A1*(1-A1)	= A1	

В данной таблице в ячейку A1 введено начальное значение $x_1 = 0,85$, в ячейку B1 записан 0, а в ячейке C1 будет храниться значение параметра λ . В ячейке A2 записана рекуррентная формула логистического уравнения, а в ячейке B2 указывается, что значение числа следует взять из предыдущей строки столбца A. Выделим ячейки A2 и B2. Затем размножим формулы в этих ячейках вниз до строки 60.

Построим график поведения решения уравнения (13.6) так же, как это делалось в § 12.1. Построим еще один график, отра-

жающий поведение системы в фазовой плоскости (y, x) — в данном случае (x_{t+1}, x_t) . Для этого выделим 60 строк в столбцах А и В. Вызовем меню "мастер диаграмм". Выберем тип диаграммы (Точечная), и в раскрывшейся галерее выберем вариант диаграммы со значениями, соединенными сглаживающими линиями. Полученный график поместим под ранее построенной диаграммой. Теперь изменения в поведении системы будут видны одновременно в двух вариантах графиков.

Изменим поведение системы (13.6), варьируя значения управляющего параметра в интервале от 0 до 4. При этом система демонстрирует три различных типа поведения: 1) стремление к состоянию равновесия; 2) периодические колебания; 3) хаос.

При значении λ от 0 до 3 система стремится к равновесному стабильному положению (пример на рис.13.5). Посмотрите, как ведут себя графики при $\lambda = 0,5; 1,8; 2,2; 2,6$. При $\lambda \leq 1$ наступает положение равновесия: $x^* = 0$. При $1 < \lambda \leq 3$ система стремится к стационарному состоянию: $x^* = 1 - (1/\lambda)$. Полезно при фиксированном λ поэкспериментировать с разными начальными состояниями (x_1).

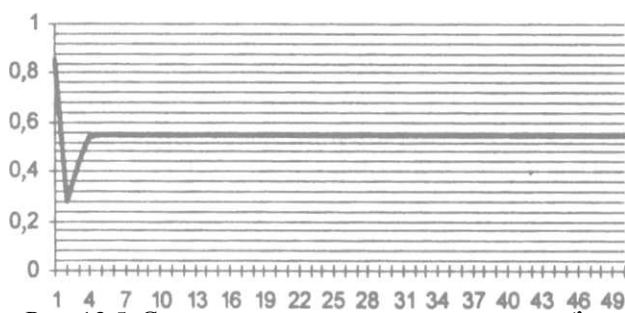


Рис. 13.5. Стремление к состоянию равновесия ($\lambda = 2,2$)

Периодические колебания охватывают систему при $\lambda > 3$. Качественное изменение поведения системы говорит о том, что $\lambda = 3$ является точкой бифуркации — положение равновесия сменяется предельным циклом. Зададим $\lambda = 3,2$ и увидим, что довольно быстро система переходит к колебаниям с периодом 2 (в столбце А остаются только два чередующихся значения) (пример на рис. 13.6). Постепенно увеличим значение $\lambda = 3,3; 3,4; 3,5$. При $\lambda = 3,5$ период колебаний равен 4 — произошло удвоение периода. При $\lambda = 3,567$ появляется цикл с периодом 8. При

дальнейшем росте λ появляются циклы с периодом 32, 64, 128, 256 и т.д. [7].

В хаотический режим система попадает при $\lambda \in (3,8; \dots 4)$ (рис. 13.7). Поведение системы становится аperiodическим, не видно какой-либо закономерности. Поведение кажется случайным, подверженным непредсказуемым внешним воздействиям. На самом деле это загадочное поведение полностью определено детерминированным законом функционирования системы (13.6). Но прогнозировать поведение системы в состоянии хаоса на длительный период времени невозможно. Хаотическое поведение слишком чувствительно к изменению исходных данных. Изменение x_1 на одну миллионную может существенно изменить ход решения.

Качественное изменение режимов функционирования системы удобно наблюдать в фазовой плоскости. В варианте сходимости к

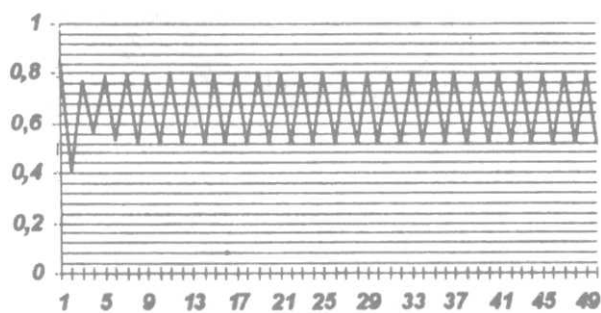


Рис. 13.6. Колебания с периодом 2 ($\lambda = 3,2$)

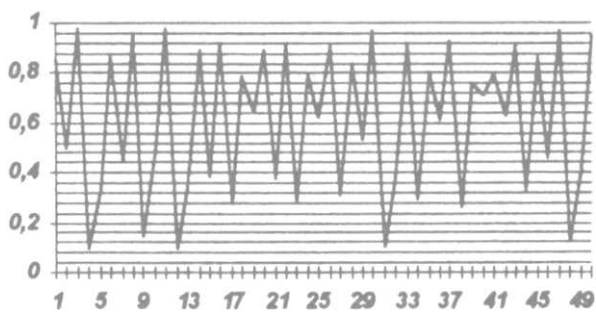


Рис. 13.7. Хаотический режим ($\lambda = 3,9$)

положению равновесия решения стремятся к одной точке. Для колебаний с периодом 2 аттрактором является цикл, состоящий из двух точек. Значительно более запутанная картина возникает в случае хаотического режима. Рассмотрим несколько вариантов графика. Для этого следует отредактировать диаграмму, щелкнув по ней правой кнопкой мыши. Появится контекстное меню, в котором следует выбрать опцию "Тип диаграммы". Появится галерея вариантов графика. Выберем вариант диаграммы без маркеров и увидим типичную картинку странного аттрактора (рис. 13.8).

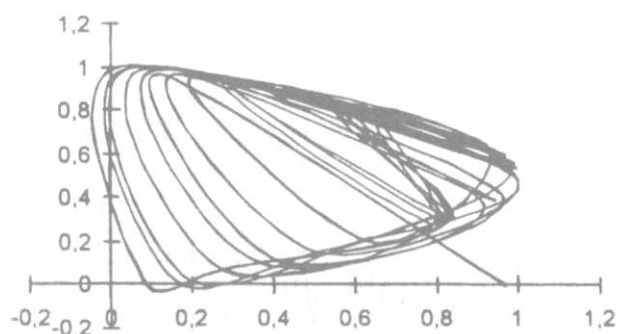


Рис. 13.8. Хаотический режим в фазовой плоскости ($\lambda = 3,9$)

Теперь уберем лишние линии, выбрав первый вариант графика, и перед нами окажется портрет таинственного странного аттрактора (рис. 13.9). Именно по этому множеству точек хаотично "скачет" исследуемая система. И ее можно понять — в данном случае странный аттрактор имеет вполне притягательную параболическую форму.

Поэкспериментируйте с различными исходными данными и понаблюдайте за эволюцией странного аттрактора. Убедитесь, что в хаосе тоже существует своего рода порядок.

Еще менее устойчивым становится поведение систем при учете эффекта запаздывания. Рассмотрим следующий вариант логистического уравнения:

$$x_{t+1} = \lambda x_t (1 - x_{t-1}). \quad (13.7)$$

В этом случае состояние системы в момент $t + 1$ зависит не только от x_t , но и от x_{t-1} . Вспоминая, как исследуются такие модели (см. задачу Фибоначчи в § 12.1), составим вычислитель-

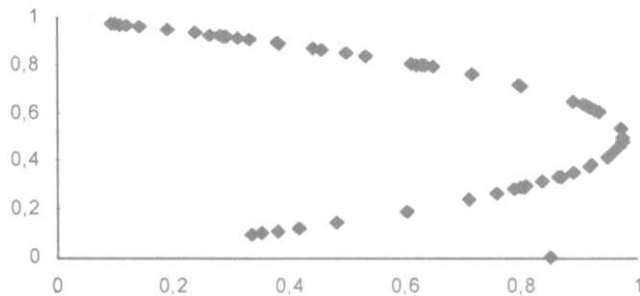


Рис 13.9. Портрет странного аттрактора ($\lambda=3,9$)

ную модель (аналогично предыдущему случаю). Оказывается, система (13.7) имеет положение равновесия только при $0 < \lambda < 2$. При $\lambda = 2$ происходит бифуркация и появляется предельный цикл. При $\lambda > 2,27$ поведение системы перестает быть стабильным [5,6].

◆◆◆

Что же дает социологу исследование нелинейных моделей социальных систем? Проведение вычислительных экспериментов позволяет определить границы параметров, при которых система устойчиво демонстрирует стабильное поведение. Даже если система оказалась в состоянии хаоса, исследование формы странного аттрактора может дать полезную информацию.

Результаты последних лет позволяют надеяться, что и хаотическими ситуациями можно научиться управлять. Используя чувствительность хаотических режимов, в некоторых случаях удастся легко перейти на стабильные траектории развития [7].

Задачи и упражнения

1. Исследуйте поведение системы, описываемой следующим нелинейным разностным уравнением:

$$x_{t+1} = 1 - 2|x_t|.$$

В качестве начального значения возьмите все более точные значения $\pi/4$. При $x_1 = 0,7$ у системы появится предельный цикл с периодом 2, при $x_1 = 0,78$ — цикл с периодом 10 и т.д. Задав $x_1 = \pi/4$, по-

лучим хаотический режим [3]. Учтите, что в Excel число π задается функцией = ПИ (), а модуль числа x записывается как ABS(X).

2. Попробуйте варьировать значения параметров модели из задачи 1.
3. Проведите вычислительные эксперименты с разностными аналогами системы Лотки—Вольтерра, варьируя типы взаимодействий.
4. Исследуйте разностное уравнение $x_{t+1} = 3,6 x_t - x_t^2$ при $0 < x_1 < 3,6$. Имеет ли система хаотический режим?
5. Исследуйте разностное уравнение с запаздыванием:

$$x_{t+1} = \lambda x_{t-1}(1-x_t).$$

Литература

1. **Арнольд В.И.** Теория катастроф. М., 1990.
2. **Гласс Л., Мэки М.** От часов к хаосу. Ритмы жизни. М.: Мир, 1991.
3. Новое в синергетике. Загадки мира неравновесных структур. М.: Наука, 1996.
4. **Самарский А.А., Михайлов А.П.** Курс математического моделирования. М.: Наука, 1997.
5. **Bhargava S.** et al. Some Comments on Chaos and Fractals // Technological Forecasting and Social Change. 1990. Vol. 38, № 2. P. 323-331.
6. **Gordon T., Greenspan O.** The management of Chaotic Systems// Technological Forecasting and Social Change. 1994. Vol. 47. № 1. P. 49-62.
7. **Kiel L.P., Elliott E.** Exploring Nonlinear Dynamics with Spreadsheet: A Graphical View of Chaos for Beginners// Chaos Theory in the Social Sciences / Ed.by L.D.Kiel and E.Elliot. Ann Arbor: The Univ. of Michigan Press. 1996. P. 19-29.

Глава 14. Клеточное моделирование

14.1. Модели процессов самоорганизации

Любопытную историю развития нового направления моделирования начали математики, с удовольствием изучавшие необычную абстрактную конструкцию — клеточный автомат. В 70-е годы началось повальное увлечение играми (типа игры "Жизнь"). Но постепенно стали появляться более интересные области приложения, в основном в естественно-научной сфере. Американский математик Дж. фон Нейман полагал, что такие сложные процессы, как самовоспроизведение, морфогенез, турбулентность, целесообразно моделировать с помощью клеточных автоматов. Появляется все больше примеров успешного использования нового языка для моделирования социальных процессов. А в последние годы речь идет уже

о появлении новых универсальных моделей реальности [1], созданы даже машины клеточных автоматов — приставки к ЭВМ, существенно ускоряющие процесс моделирования [5].

В данной главе читатель познакомится с тем, как строить реалистические модели социальных процессов и, главное, как их можно без особых усилий реализовать с помощью обычных электронных таблиц (в данном случае Excel). После этого процесс исследования модели сводится к изучению последовательности картинок, получаемых нажатием одной кнопки.

Клеточными автоматами принято называть сети из элементов, меняющих свое состояние в дискретные моменты времени [3]. Чаще всего рассматриваются двумерные клеточные автоматы, элементом которых является один квадрат (например, на листе бумаги в клетку). Каждый автомат или клетка может находиться в конечном числе состояний, в простейшем случае в двух — черное или белое, жизнь или смерть, 1 или 0. Время в модели задается дискретным множеством тактов ($t = 1, 2, 3, \dots$). Система клеточных автоматов, как правило, функционирует в некотором замкнутом пространстве (например, в квадратной решетке 10×10 или 100×100). Состояние автомата в момент $t + 1$ определяется его состоянием и состоянием его ближайших соседей в предыдущий момент t .

В моделях клеточных автоматов среда обычно предполагается однородной, т.е. правило изменения состояний для всех клеток одинаковы. Если это правило не зависит от случайных факторов, то автомат называется *детерминированным*, если зависит — то *стохастическим*.

Рассматриваются также клеточные автоматы с памятью. В этом случае состояние

элемента в момент $t + 1$ зависит от состояния системы в моменты t и $t - 1$ (таким образом учитывается эффект запаздывания).

Одним из наиболее важных понятий теории клеточных автоматов является понятие

окрестности, т.е.

множества клеток, которые считаются "соседними" с данной клеткой. На рис. 14.1 при-

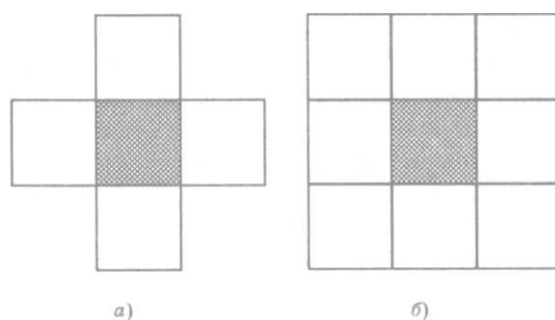


Рис.14.1. Окрестности фон Неймана (а) и Мура (б)

ведены два наиболее распространенных типа окрестности автомата, расположенного в заштрихованной клетке.

Для того чтобы дальнейшее изложение не показалось читателю чересчур абстрактным, приведем пример моделирования процесса расовой сегрегации [9].

Предположим, что исследуемый регион может быть представлен решеткой 16x13, где каждая клетка соответствует одному дому. Предположим также, что каждый дом может быть занят белой (o) или черной (x) семьей, либо остаться пустым. В данной модели у каждого клеточного автомата есть три возможных состояния, а общее число состояний модели составит примерно 10^{99} .

```

o x x x x o o o o o x x o o
o x o o o x x x x o
x x x o x x x o o
o o o x x x x x x o o
x o x o o x o o x x
x o o x o o o x x x
o x o x x x o o o x
o x o x x o x
o o x o x o o o x x
o x x o o o o x x o x x
x o x o x o o x o o o
o o o x o x o o o x x

```

Рис. 14.2. Начальная структура расселения

В рассматриваемом примере предполагается, что каждая расовая группа предпочитает иметь определенный процент соседей с тем же цветом кожи. Если это условие не выполняется, то семья перебирается в ближайший дом, где процентный состав соседей является приемлемым. Считается, что разумный выбор можно сделать, если в данном поселении 25-30% домов не заселены. Начальная структура расселения приведена на рис. 14.2.

В [9] рассматривались два правила поведения жителей, оценивающих процент приемлемых соседей (использовалась окрестность Мура):

- 1) не менее половины соседних домов должны быть заселены представителями той же расы;
- 2) не менее трети соседей принадлежат той же расе.

На рис. 14.3,а приведен результат моделирования при использовании первого правила. Как видно из рисунка, в модели постепенно происходит процесс разделения региона на несколько расово-однородных областей.

Результат моделирования с менее жестким вторым правилом демонстрирует неструктурированный вариант расселения, близкий к начальному состоянию (рис. 14.3,б).

Так что же произошло с исследуемой системой? Руководствуясь только локальными правилами поведения (1), задаваемыми на микроуровне каждой семьи без какого-либо централизованного руководства и сговора, процесс переселения стихийно само-

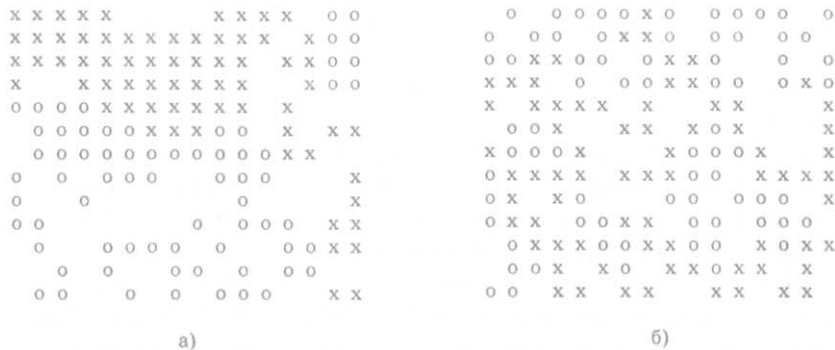


Рис. 14.3. Эволюция системы расселения

организовался, и в результате спонтанно родилась достаточно четкая структура расселения (см. рис. 14.3, *a*).

Приведенный чрезвычайно упрощенный пример показывает, что клеточное моделирование дает в руки исследователя мощный инструмент для изучения процессов социальной самоорганизации. Анализ поведения клеточных автоматов показал, что их эволюция во многом аналогична динамике сложных нелинейных систем, рассмотренных в гл. 12 и 13. Выделяют четыре основных класса автоматов [3]:

1. Независимо от начального состояния за конечное число шагов происходит переход к однородному состоянию — все автоматы оказываются в состоянии покоя.
2. В процессе эволюции автомат приходит к локализованным стационарным или периодическим решениям.
3. Картины активности системы автоматов являются аperiodическими — никогда не повторяются. Можно сказать, что автоматы демонстрируют хаотическое поведение.
4. Динамика автоматов существенно зависит от начального состояния. Подбирая различные начальные состояния, можно получать самые разнообразные конфигурации и типы поведения.

Примером автомата четвертого типа является игра "Жизнь", изобретенная математиком из Кембриджского университета Дж. Конвеем. Название связано с тем, что возникающие в процессе игры ситуации аналогичны реальным процессам зарождения, развития и гибели колоний живых организмов. Основная идея игры заключается в том, чтобы, начав с произвольно заданного исходного положения, проследить за эволюцией исходной позиции под действием "генетических законов" Конвея, которые управляют рождением, гибелью и выживанием "организмов".

Игра проводится на бесконечной плоской решетке квадратных клеток и состоит из шагов, соответствующих дискретному времени ($t = 1, 2, \dots$). Один ход в игре — это переход из состояния t в состояние $t+1$. Каждая клетка может быть "живой" или "мертвой". Изменение состояния клетки в момент $t+1$ однозначно определяется состоянием ее соседей в предыдущий момент t . У каждой клетки восемь соседей, из которых четыре имеют с ней общие ребра, а четыре общие вершины.

Назовем "потенциалом" клетки — число живых соседей, используя определение окрестности по Муру. Тогда генетические законы Конвея, определяющие поведение каждой клетки, сводятся к следующим правилам:

- если потенциал равен 2, то состояние клетки не меняется;
- если потенциал равен 3, то клетка в следующий период будет живой независимо от текущего состояния;
- при остальных значениях потенциала (0, 1, 4, 5, 6, 7) клетка в следующий период будет мертва.

Таким образом, если у клетки более трех живых соседей, то она погибает от перенаселенности. Клетка погибает от одиночества, если жива только одна соседняя клетка или все соседние клетки мертвы. Выживает и переходит в следующее поколение клетка, имеющая двух или трех живых соседей.

Имея под рукой лист бумаги в клетку, читатель может убедиться, что любая начальная популяция претерпевает необычные и неожиданные изменения. Некоторые первоначальные колонии организмов постепенно вымирают, однако большинство исходных конфигураций либо переходит в стационарные структуры, не зависящие от времени, либо наступает колебательный режим.

Читатель может также легко убедиться, что конфигурации, изображенные на рис. 14.4, *а*, погибают на втором ходу, тогда как три конфигурации на рис. 14.4, *б* являются стационарными (эти конфигурации имеют названия: левая — "блок", центральная — "бадья", правая — "змея").

На рис. 14.4, *в* изображена эволюция конфигурации, называемой "мигалкой" или "семафором"; ее цикл равен 2. Еще два примера циклических конфигураций с периодом 2 приведены на рис. 14.4, *з*. Большой период (соответственно 4 и 5) имеют конфигурации, изображенные на рис. 14.4, *д* и *е*. Построены конфигурации, имеющие значительно больший период колебаний.

После первых публикаций в популярных изданиях М. Гарднера, посвященных игре "Жизнь", произошел взрыв энтузиазма среди пользователей ЭВМ. Затраты машинного времени на исследова-

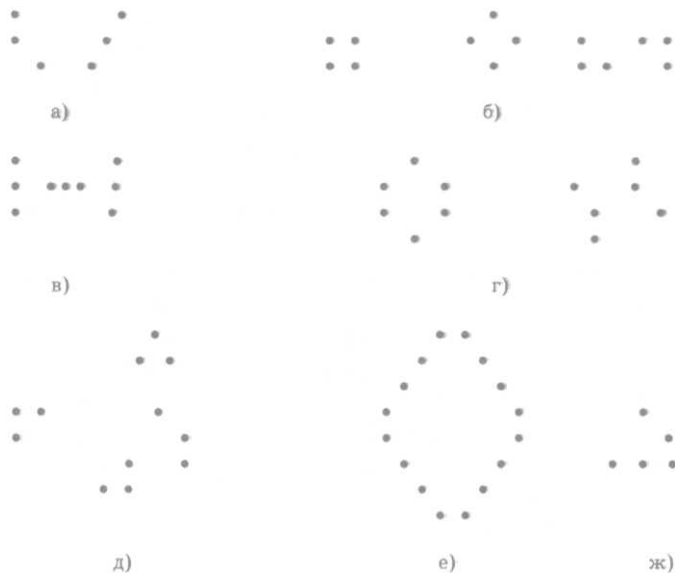


Рис. 14.4. Конфигурация игры "Жизнь"

ние различных вариантов игры составили миллионы долларов. Были выявлены многочисленные замечательные конфигурации, одна из которых, называемая "планер" (глайдер), приведена на рис. 14.4, *ж*. Через каждые четыре шага планер повторяет себя, смещаясь на одну клетку вниз и вправо, т.е. движется по диагонали. Найдены конфигурации, которые могут двигаться по прямой. В 1970 г. обнаружена конфигурация "катапульта", которая через каждые 30 шагов повторяет себя и "выстреливает" планер.

В процессе исследований выяснилось, что с помощью игры "Жизнь" можно не только изучать процессы эволюции, но и моделировать основные компоненты современных ЭВМ, исследовать прообразы параллельно работающих ЭВМ, решать задачи распознавания образов.

Данная ветвь синергетики относится к теории коллективного поведения автоматов [3], но все-таки наибольший интерес исследователей привлекают проблемы самоорганизации в биологических системах, формализованных на языке динамических систем.

Игра "Жизнь" была популярна в 70-80-е годы, а в 90-е годы появилось новое популярное развлечение — игра "Ант" (термит), изобретенная американским математиком К.Лангтоном [6]. Клеточный автомат в этой игре может иметь два состояния — чер-

ное и белое. Игра происходит на поле из квадратных клеток, которые в начальном состоянии все имеют белый цвет.

Ант стартует с центральной клетки в некотором выбранном направлении, например на Восток, переходит на соседний квадрат и смотрит: если этот квадрат черный, то Ант красит его в белый цвет, а сам поворачивает налево на 90° . Если квадрат окажется белым, то Ант делает его черным и поворачивает направо на 90° и т.д.

Оказывается этот примитивный автомат демонстрирует очень сложное поведение. Пройдя приблизительно 500 шагов, он возвращается в центральную клетку, оставляя после себя ряд симметричных орнаментов. Но после примерно 10 000 шагов картина становится весьма хаотичной. Ант неожиданно начинает строить магистраль — повторяя цикл из 104 шагов, он формирует диагональ, идущую на юго-запад. Интересно, что поведение автомата остается таким же, если в начальном положении имеется много черных квадратов.

14.2. Реализация моделей клеточных автоматов на ЭВМ

Чтобы убедить читателя в том, что, используя возможности электронных таблиц Excel, любой начинающий пользователь может заниматься клеточным моделированием, рассмотрим одну из реализаций игры "Жизнь".

Клетки в исходной таблице Excel слишком велики для нашей задачи. Поэтому придадим им вид небольших квадратов. В качестве примера возьмем игровое поле 5×5 , хотя увеличение размера в несколько раз не требует никаких усилий. Отведем для игры клетки B2 : F6.

Если клетка жива, то в ячейку запишем 1, если мертва, то 0. Зададим произвольное начальное состояние. Далее нам понадобятся две вспомогательные таблицы. В ячейках H2 : L6 будет храниться "потенциал" клеток. Для вычисления потенциала клетки B2 введем в ячейку H2 следующую формулу:

$$= \text{СУММ}(A1 : C3) - B2 \quad (14.1)$$

В данном случае подсчитывается число живых клеток в окрестности клетки B2 (окрестность по Муру). Закончив ввод этой формулы нажатием клавиши Enter, установим курсор на правый нижний угол клетки H2 и размножим формулу (14.1) сначала до ячейки L2, а затем вниз, заполнив всю таблицу H2 : L6. (Обратите внима-

ние на то, как следует учитывать состояние клеток, граничных с таблицей В2 : F6. В данном случае они остаются пустыми, но возможны и более сложные формы задания граничных условий.)

Сложнее всего задать правило поведения клеточного автомата. Запишем в ячейку В10 правило поведения автомата В2, используя логические функции:

$$= \text{ЕСЛИ} (\text{ИЛИ} (H2 > 3; H2 < 2); 0; \text{ЕСЛИ} (H2 = 3; 1; \text{ЕСЛИ} (H2 = 2; B2; -1))) \quad (14.2)$$

Первое ЕСЛИ в (14.2) означает, что клетка будет мертва при потенциале $H2 = 0, 1, 4, 5, 6, 7$; второе ЕСЛИ — что при потенциале 3 клетка будет живой, третье ЕСЛИ — что при потенциале 2 состояние автомата в клетке В2 не меняется. Наконец, выражение (-1) означает, что при невыполнении всех предыдущих условий в ячейку В10 будет записано значение (-1). (Заметим, что в данном случае этот вариант невозможен.)

Запись логической функции требует аккуратности. Однако следует учесть, что для освоения Excel необходимо умение работать с логическими функциями.

Функция (14.2) записывается только в одну ячейку В10, далее она размножается вправо до ячейки F10, а затем вниз, заполняя всю таблицу В10:F14. Таким образом, если в таблице В2:F6 мы имеем состояние системы в момент t , то в таблице В10:F14 вычисляется состояние системы в следующий момент $t + 1$. Теперь необходимо скопировать таблицу В10:F14 в таблицу В2:F6. Делается это следующим образом.

Шаг 1. Выделяем таблицу В10: F14.

Шаг 2. В меню "Правка" выбираем команду "Копировать".

Шаг 3. Устанавливаем курсор в ячейку В2.

Шаг 4. В меню "Правка" выбираем команду "Специальная вставка". В раскрывшейся дополнительной вкладке следует из первого столбца "Вставить" выбрать строку "Значения" и нажать кнопку ОК. В итоге в таблице В2:F6 появится картинка нового состояния системы.

Процедуру копирования можно существенно ускорить, если подготовить соответствующий макрос. Делается это очень просто. В Excel 2000 в меню "Сервис" выбираем "Макрос", а затем команду "Начать запись". В раскрывшейся вкладке можно дать имя макросу либо оставить предлагаемый вариант "Макрос 1". Назначаем макросу клавишу быстрого вызова, например $\text{Ctrl} + e$. Нажимаем ОК. Появится таблица Excel, и на экране возникнет

кнопка "Остановить макрос". Выполним указанные выше операции (шаги 1-4) и нажмем кнопку "Остановить". Запись макроса будет закончена.

Теперь переход к следующему временному такту будет происходить после каждого нажатия комбинации клавиш Ctrl + e и можно спокойно наблюдать за эволюцией системы.

Столь подробное описание процесса построения модели дано лишь с той целью, чтобы читатель немного освоил электронные таблицы и понял, насколько легко могут быть построены значительно более сложные и реалистичные модели.

Ясно, что легко усложнить формулу расчета потенциала, изменить окрестность, ввести в расчет случайные факторы. Учет географических особенностей региона может заставить вас отказаться от простой квадратной решетки. В ней могут появиться дырки, а граница вполне может быть извилистой. Совершенно необязательна унификация правил поведения автоматов. Например, вы можете для центральных клеток задать одни правила, а для периферийных — другие.

14.3. Приложения клеточных моделей

Модель электорального процесса. В цикле работ Т.Брауна рассматривается ряд контекстуальных моделей электорального процесса. Он считает, что избирательные предпочтения индивида определяются установками его ближайшего окружения [8]. В одной из моделей предполагается, что индивид принимает решение голосовать в момент $t + 1$ за республиканцев или демократов в соответствии с правилом простого большинства. Учитываются взгляды индивида и четырех его ближайших соседей в момент t (окрестность фон Неймана). Если из пяти человек трое или больше поддерживают демократов, то индивид также голосует за демократов. Если большинство составляют республиканцы, то индивид и в этом случае разделяет точку зрения большинства.

В данном случае клеточный автомат имеет два состояния: 1 — голосование за республиканцев; 0 — голосование за демократов. Нетрудно заметить, что указанная модель может быть реализована на ЭВМ даже проще, чем рассмотренная выше игра "Жизнь".

Браун и его коллеги проводили вычислительные эксперименты на решетке 128 x 128, при этом начальное распределение задавалось случайным образом. Модель исследовалась на большом временном горизонте — до 20 000 тактов. Оказалось, что партийная

борьба приводит к очень сложным конфигурациям, существенно зависящим от исходного распределения. По мнению Брауна, данная модель относится к четвертому классу клеточных автоматов, так же как и игра "Жизнь". Однако детального исследования модели пока не проводилось и нахождение замечательных конфигураций в политической "Жизни", таких как "блок", "змея", "катапульта", еще впереди.

Рассмотрим обобщение модели Т.Брауна на случай, когда учитываются взгляды индивида и восьми его ближайших соседей (окрестность Мура). Если из девяти человек пятеро или больше поддерживают демократов, то индивид также голосует за демократов. Если большинство составляют республиканцы, то индивид и в этом случае разделяет точку зрения большинства.

Покажем, что данная модель может быть реализована на ЭВМ с помощью электронных таблиц даже проще, чем игра "Жизнь". Придадим клеткам исходной таблицы Excel вид небольших квадратов (с помощью форматирования). Отведем для модели поле 10x10 (клетки B2: K11) и зададим в нем начальное состояние.

Перейдем на лист 2 и введем в ячейку B2 формулу:

=ЕСЛИ (СУММ (Лист 1!A1: C3) > 4; 1; 0)

Данная логическая функция вычисляет "потенциал" ячейки B2 — в нашем случае число сторонников республиканцев. Если это число больше 4, то ячейке B2 присваивается 1 (автомат голосует за республиканцев), в противном случае присваивается 0 (голосование за демократов).

Размножим эту формулу на все ячейки B2:K11. Получим новое состояние системы, скопируем его и вставим с помощью команды "Специальная вставка" только "значения" в те же ячейки на листе 1. Запишем процедуру копирования в виде макроса. (Первым шагом при записи макроса должен быть переход с листа 1 на лист 2.) Назначим макросу клавиши быстрого вызова, например Ctrl+e. Теперь переход к следующему временному такту будет происходить после каждого нажатия этой комбинации клавиш [4].

Отметим, что для длительного прогона модели не требуется много раз нажимать кнопки. Достаточно одного нажатия. В Excel 2000 для выхода в режим редактирования макроса следует в меню "Сервис" выбрать команду "Макрос", затем "Макросы..." и "Изменить". На экране вы увидите подпрограмму. Интересно, что вы составили эту программу сами. Точнее, это сделал автоматически Excel, пока вы формировали макрос. Вставим в этот макрос цикл следующим образом. После пер-

вой строки (Sub Макрос) вставьте строку For i = 1 To 100, а перед последней строкой (End Sub) вставьте строку Next i. Теперь одно нажатие клавиш Ctrl + e заставит модель проделать 100 шагов.

Изложенный подход основан на методологии иконологического моделирования (см. § 12.1). Отметим, что в данном случае возможности моделирования существенно расширяются за счет использования макросов. Умение слегка скорректировать текст макроса, вставляя операторы цикла и условного перехода, дает возможность пользователю самостоятельно строить сложные компьютерные модели, не прибегая к помощи программистов.

Модели диффузии инноваций. Индийские ученые предложили следующую модель клеточных автоматов [7]. Каждый индивид соответствует одной клетке, которая может находиться в двух состояниях: 1 — новинка принята; 0 — новинка пока еще не принята. Предполагается, что автомат, приняв новинку один раз, остается ей верен до конца.

Автомат принимает решение о принятии новинки, ориентируясь на мнение ближайших соседей (используется окрестность Мура). Пусть в окрестности данной клетки имеется m сторонников новинки. Генерируется случайное число p — вероятность принятия новинки. Если $pm \geq r$, где r — фиксированное пороговое значение, то автомат принимает нововведение, в противном случае новинка пока отвергается.

Авторы модели полагают, что вероятность принятия новинки со временем должна уменьшаться, так как степень новизны постепенно снижается.

Моделирование проводилось на решетке 100 x 100. Эволюция системы рассматривалась на временном горизонте в 100 тактов, если вероятность принятия новинки $p = 0,1$, и 130 тактов при $p = 0,05$. Для каждого случая осуществлялось 50 прогонов модели. Проводилось также исследование влияния на поведение модели начального распределения сторонников новшества.

Для каждого временного такта t подсчитывалось число автоматов, принявших инновацию (n_t). Приводимые авторами графики функции показывают хорошую степень совпадения с моделью Фишера — Прейя (см. § 9.2).

По мнению индийских ученых, клеточное моделирование позволяет строить значительно более реалистические модели рынка, чем традиционные подходы к исследованию диффузии инноваций. Главное достоинство этого подхода заключается в возможности эмпирической оценки фактора p — вероятности

принятия новинки. Для этого можно использовать данные социологических опросов и материалы фокус-групп. Другое преимущество предлагаемого подхода заключается в возможности получения оценок необходимого числа сторонников и их пространственного распределения в начальный момент кампании.

♦♦♦

Исследования последних лет показывают, что многие физические и информационные процессы прекрасно описываются клеточно-автоматными моделями. Оказалось, что если к клетке приделать часы, то можно получить новые многообещающие формы представления процессов, протекающих в живой и неживой природе [1]. Очевидно, что, снабдив клетку даже примитивным искусственным интеллектом, можно исследовать более глубокие слои социальной реальности. Весьма перспективным направлением исследований является клеточное моделирование процессов кооперации и конкуренции с использованием для принятия решений моделей теории игр.

Читателю может показаться, что в данной главе рассматриваются разрозненные, ничем не связанные модели из различных областей науки, практики и сферы развлечений. Однако более внимательное отношение к рассматриваемым процессам показывает, что они все тесно взаимосвязаны. Игра становится Жизнью, Жизнь уже стала Маркетингом, Маркетинг становится Искусством (может быть единственным). И все эти процессы можно и нужно моделировать.

Задачи и упражнения

1. Рассмотрите различные определения понятия "окрестность клетки". Какие еще модификации "окрестности" целесообразно исследовать?
2. Позволяет ли клеточное моделирование исследовать географические особенности региона?
3. Можно ли применить клеточное моделирование для анализа коммуникативных процессов?
4. Реализуйте на ЭВМ модель электорального поведения Брауна. Используйте в своей модели различные виды окрестностей. Как это повлияет на поведение модели?
5. Бесконечно расширяет возможности клеточного моделирования использование цвета. Дж.Касты полагает, что с помощью клеточных автоматов можно анализировать творчество художников. В работе [9] он рассматривает картину известного голландского абстракциониста Пита Мондриана "Шахматная доска. Яркие цвета". Картина представляет

собой, по мнению Касты, прямоугольную решетку из 256 клеток, раскрашенных в восемь цветов. Касты формулирует следующие задачи:

а) можно ли построить клеточный автомат, который бы из любой начальной конфигурации строил картину Мондриана?

б) можно ли построить "фильтр", позволяющий различать индивидуальные стили художников?

6. Для освоения нюансов маркетинга целесообразно поиграть в следующую игру. Сконструируйте клеточную модель конкуренции на рынке двух (или более) новых продуктов. Каждому продукту должна соответствовать своя цифра (лучше свой цвет). Начиная со случайной исходной позиции два игрока наблюдают за процессами диффузии. Каждый пятый такт игроки могут вмешиваться в естественный ход процесса, добавляя по одному стороннику новинок.

Выработайте оптимальную маркетинговую стратегию.

Литература

1. **Беркович С.Я.** Клеточные автоматы как модель реальности. М.: МГУ, 1993.
2. **Варшавский В.И., Поспелов Д.А.** Оркестр играет без дирижера. М.: Наука, 1984.
3. **Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С.** Введение в синергетику. М.: Наука, 1990.
4. **Плотинский Ю.М.** Иконологическое моделирование — новый инструмент социологов//Социологические исследования. 2000. № 5. С. 116—122.
5. **Топффоли Т., Марголуз Н.** Машины клеточных автоматов. М.: Мир, 1991.
6. *Artificial Life / C.Langton et al. (eds.) N.Y.: Addison-Wesley, 1992.*
7. **Bhargava et al.** A Stochastic Cellular Automata. Model of Innovation Diffusion // Technological Forecasting and Social Change. 1993. Vol. 44. №1. p. 87-97.
8. **Brown T.A.** Nonlinear Politics // Chaos Theory in the Social Sciences / Eds. L.D.Kiel, E.Elliot. Ann Arbor.: The Univ. Of Michigan Press. 1996. P. 119-137.
9. **Casti J.L.** Searching for Certainty. N.Y.: W.Morrow, 1990.

Глава 15. Модели принятия решений

15.1. Теоретико-игровые модели конфликтных ситуаций

Центральной проблемой когнитологии — выбором индивидом наиболее эффективных, оптимальных альтернатив занимается теория принятия решений, которая первоначально считалась ветвью исследования операций, а сейчас рассматривается как область системного анализа. Наиболее продвинутой частью теории являются задачи с единственным критерием эффективности. Значительно сложнее обстоит дело, если в задаче имеется несколько критериев эффективности. Но наиболее сложные проблемы возникают в том случае, если в принятии решений участвуют несколько сторон, каждая из которых имеет собственные критерии выбора предпочтительных решений, причем эти критерии могут полностью или частично противоречить друг другу. Именно такие модели конфликта критериев рассматривает теория игр.

По числу приложений в социальных науках явно лидирует модель, называемая по традиции "Дилемма заключенного". Рассматривается проблемная ситуация, в которую вовлечены только два участника — А и В (два индивида, индивид и система или две социальные системы). Игра состоит в том, что каждый участник выбирает одну из двух альтернатив:

С — сотрудничество, кооперация, солидарность, учет общих интересов, разрешение конфликта, альтруистическое поведение;

Д — отказ от сотрудничества, усиление конфронтации, обман, нарушение принятых норм, правил, обязательств, эгоистическое поведение.

Результаты игры определяются с помощью следующей таблицы выигрышей (платежной матрицы).

В данном примере, если оба игрока выберут стратегию кооперации С, то получаемый каждым выигрыш задается в клетке 1. В клетках содержатся по два числа. Первое число — это выигрыш первого игрока (А), второе число — выигрыш второго игрока (В). Проигрыш игрока задается отрицательным числом.

		Игрок В	
		С	Д
Игрок А	С	1 3;3	2 0;5
	Д	3 5;0	4 1;1

В зависимости от соотношения чисел в таблице выигрышей каждый игрок пытается определить наиболее рациональную линию поведения. В рассматриваемом примере оба игрока знают, что выбор стратегии кооперации *C* дает любому из них три единицы выигрыша, допустим 3 руб. Если оба откажутся от кооперации *C*, обманут (альтернатива *D*), то получат только по 1 руб. В клетке 2 содержится исход игры в случае, когда игрок *A* выбирает сотрудничество, а игрок *B* — обман. Тогда игрок *A* не получает ничего, а игрок *B* выигрывает 5 руб. В клетке 3 описан противоположный исход. Если игрок *A* решается на обман, а игрок *B* выбирает сотрудничество, то выигрыш первого составляет 5 руб., а второй не получает ничего.

В теории игр для данных исходов приняты стандартные обозначения *R*, *T*, *S*, *P*, где *R* — награда за взаимное сотрудничество, *T* — цена "предательства", *S* — плата неудачнику, а *P* — наказание за обоюдный обман. В нашем примере $R = 3$, $T = 5$, $S = 0$, $P = 1$.

С точки зрения коллективных интересов лучшим является вариант взаимного сотрудничества (*C,C*), который приносит в сумме 6 руб., что значительно лучше, чем вариант взаимного обмана (*D,D*), позволяющий получить в сумме только 2 руб. Однако попытка взглянуть на ситуацию с точки зрения индивидуальной рациональности приводит к другому результату. Игрок *A*, просчитывая ситуацию в уме, видит, что выбор альтернативы *C* в худшем случае дает только ноль, если *B* обманет его ожидания и выберет альтернативу *D*. Предполагая, что игрок *B* выбирает альтернативы с равной вероятностью 0,5, игрок *A* может получить в среднем 1,5 руб. Продолжая рассуждение, игрок *A* оценивает последствия выбора им альтернативы *D*. С одной стороны, имеется соблазн поживиться за счет партнера и получить максимальный выигрыш — 5 руб. С другой стороны, в худшем случае игрок *A* получает 1 руб., в среднем же 3 руб., т.е. по обоим показателям альтернатива *D* выглядит предпочтительнее, чем *C*. Со своей стороны, игрок *B* рассуждает аналогичным образом, что в результате приводит к выбору неэффективного с коллективной точки зрения решения (*D, D*).

Таким образом, в голове индивида *A* формируются как бы две когнитивные модели ситуации — одна модель отражает его собственные интересы, другая — коллективные, т.е. интересы системы в целом⁴⁷. Конфликт между моделями создает когнитивный диссонанс [8], разрешение которого в данном случае за-

⁴⁷ Для принятия решений индивид также строит различные модели поведения партнера.

висит только от соотношения параметров R, T, P, S . Стратегическая структура игры "Дилемма заключенного" сохраняется при условии, что $T > R > P > S$.

Среди приложений теории игр важное место занимает модель "Петухи" (Chicken game). Ее стратегическая структура определяется соотношением $T > R > S > P$. Своим названием игра обязана забавам лихачей-водителей. Два водителя мчатся навстречу друг другу. Проигравшим считается тот, кто первым струсит и свернет в сторону.

С помощью этой модели политологи исследуют развитие Карибского кризиса 1962 г., вызванного размещением советских ракет на Кубе. Предположим, что каждая из сторон (СССР и США) имеет только две альтернативы действий, а таблица выигрышей выглядит следующим образом:

		СССР	
		Y_2	S_2
США	Y_1	1;1	-10;10
	S_1	10;-10	-100;-100

После размещения на Кубе советских ракет и введения США морской блокады у сторон есть две основные альтернативы — переговоры и поиск взаимоприемлемых компромиссов (вариант Y_1) либо твердое отстаивание своих позиций с неизбежной эскалацией конфликта (вариант S_1). Если США выберут альтернативу S_1 (в данном случае планировалась бомбардировка ракетных площадок на Кубе), то в случае ухода СССР побеждает США — вариант $(S_1; Y_2)$. Если же СССР продолжает следовать твердой линии, то неизбежен вариант $(S_1; S_2)$, т.е. в данном случае — ядерная война, в которой обе стороны теряют не только лицо, но и все остальное. При принятии США мягкой, компромиссной стратегии Y_1 , и твердого отстаивания СССР своей позиции имеет место вариант $(Y_1; S_2)$ — побеждает СССР.

Попробуйте самостоятельно проанализировать наиболее разумные стратегии поведения сторон в этой ситуации. Следует заметить, что в таких играх нередко побеждают игроки, имеющие репутацию не рациональных, а бесшабашных, готовых на любой риск головорезов.

Важные черты переговорного процесса моделирует игра "Семейный спор" [4]. Предположим, что муж с женой выбирают, как провести воскресный вечер — пойти на футбол или в театр. Муж предпочитает футбол, а жена театр, но проведение вечера врозь

не нравится обоим. Таблица выигрышей в таком случае может выглядеть следующим образом:

		ЖЕНА	
		Футбол	Театр
МУЖ	Футбол	2;1	0;0
	Театр	-1;-1	1;2

Из таблицы видно, что варианты отдельного отдыха следует отбросить. Но совместные походы на футбол или в театр приносят одинаковую коллективную полезность. Какой же вариант следует предпочесть? Лучше всего пойти куда-нибудь вместе, чтобы был доволен один, а в следующий раз удовлетворить желание другого члена семьи.

Таким образом, выход из этой конфликтной ситуации легко найти, если перейти от статического рассмотрения проблемы к динамике. Попробуем применить этот прием к анализу "Дилеммы заключенного".

15.2. Модель эволюции кооперации

Рассмотрим модель "Дилеммы заключенного" в динамике, предполагая, что социальное взаимодействие носит не разовый характер, а может неоднократно повторяться в будущем. В так называемой итеративной дилемме заключенного предполагается, что стороны, принимая решения, учитывают опыт прошлых взаимодействий и прогнозируют возможное поведение партнеров в будущем. При этом таблица выигрышей остается неизменной.

		Игрок В	
		С	Д
Игрок А	С	1 3;3	2 0;5
	Д	3 5;0	4 1;1

Исследованию этой модели посвящена книга Р. Аксельрода "Эволюция кооперации" [5], центральной проблемой которой является выявление и анализ механизмов, формирующих кооперативное поведение среди эгоистических индивидов без какого-либо принуждения или указаний свыше. Ясно, что кооперативные механизмы возникают только при определенных условиях. При-

мерами являются взаимодействие государств на международной арене, компромиссы, достигаемые сторонниками противоборствующих партий в парламенте, соблюдение неписаных правил поведения в бизнесе и т.д.

Анализ дилеммы заключенного, проведенный в § 15.1, показал, что следование принципам индивидуальной рациональности заставляет "разумных" игроков отказываться от кооперации, выбирая вариант (D; D). Что же меняется, если с данным партнером социальные взаимодействия могут повторяться? Допустим, стороны знают, что игра повторится ровно десять раз. Казалось бы, целесообразно перейти к взаимному сотрудничеству (вариант C; C), приносящему существенно больший выигрыш. Однако игрок А считает иначе. Он думает, что партнер В будет все время выбирать кооперацию и решает попытаться выиграть, обманывая в последней, десятой игре. Также рассуждает игрок В. Понимая, что оба в последней игре выберут альтернативу D, игроки, обдумывая свою стратегию в девятой игре, приходят к тому же выводу и т.д. Таким образом, рациональной вновь оказывается стратегия D — отказ от сотрудничества. Каждому из игроков эта стратегия принесет по 10 руб., тогда как сотрудничество дало бы каждому по 30 руб. Противоречие между индивидуальной и коллективной рациональностью сохранилось.

Ситуация коренным образом меняется, если игроки не знают, когда закончится игра. Какой же стратегии целесообразно придерживаться в данном случае?

Дать теоретически обоснованный ответ на этот вопрос довольно трудно, и Аксельрод предложил своим коллегам выявить лучшую стратегию в честном спортивном соревновании. Ведущие специалисты, занимающиеся этой проблематикой, — психологи, экономисты, математики, социологи — прислали Аксельроду свои варианты стратегии данной игры, реализованные в виде компьютерных программ. В турнире участвовали 63 программы. Каждая пара программ проводила друг с другом серии по 200 игр. Точное число игр авторам программ не сообщалось. Присланные программы содержали как простые стратегии, так и весьма изощренные, использующие методы прогнозирования и искусственного интеллекта. Победителем объявлялась программа, набравшая в турнире больше всего очков. Удивительно, что чемпионом оказалась самая короткая программа, присланная А. Рапопортом, реализующая самую простую стратегию "Зуб за зуб" (TIT FOR TAT, сокращенно TFT).

Стратегия TFT на первом ходу выбирает кооперацию, а затем просто повторяет ходы партнера. Если он в предыдущей игре выбрал обман (D), то TFT также выбирает обман. Если партнер в предыдущей игре предпочел кооперацию (C), то TFT также считает необходимым его поддержать.

Стратегия "Зуб за зуб" была хорошо известна еще в древние времена. Ей соответствует "золотое правило" Конфуция и нравственные императивы многих религий. Исследования показывают, что в эволюционном плане именно такая стратегия оказывается наиболее эффективной, постепенно обучая социум механизмам кооперации⁴⁸.

Отметим, что эволюционно эффективная стратегия не обязательно побеждает в каждом поединке с другими стратегиями. Более того, очевидно, что стратегия обмана, отказа от сотрудничества в каждой игре в принципе не может проиграть ни одного поединка. Но и очков эта стратегия приносит немного. Особенность турнира состоит в том, что лучше проиграть поединок со счетом 500:600, чем выиграть со счетом 200:100 очков. В этом случае понятно, что победить в турнире может стратегия, проигравшая абсолютно все личные поединки; это произойдет, если другие стратегии, встречаясь между собой, наберут относительно немного очков.

Анализ хода партий показал, что обычно стороны за первые несколько десятков ходов пытаются понять партнера, варьируя выбор альтернатив. Затем стороны выходят на стационарное состояние, т.е. выбирают один из вариантов (C;C либо D;D) и следуют ему до конца поединка. Ясно, что победителем турнира оказывается программа, быстрее других обучающая партнеров действовать кооперативно. Именно такой оказалась стратегия "Зуб за зуб", несмотря на то, что многие участники турнира специально готовились к борьбе с ней.

Аксельрод считает, что из результатов турнира следуют правила житейской мудрости:

- не будь завистлив;
- не обманывай первым;
- проявляй взаимность и в сотрудничестве и в обмане;
- не будь слишком умным.

Отношение к социальному взаимодействию, как к игре с нулевой суммой (сколько один выиграл, столько другой проиграл) яв-

⁴⁸ Это утверждение верно при условии, что вероятность повторной встречи партнеров близка к 1. Кроме того, должно выполняться соотношение $R > (T+S)/2$.

ляется достаточно распространенным стереотипом. Однако в реальной жизни часто встречаются ситуации, в которых следование эгоистическим стратегиям неэффективно, что и доказывает исследование модели "Дилемма заключенного" для двух партнеров. Еще более интересные ситуации возникают при участии в играх n лиц.

В июне 1983г. Д.Хофстадтер озадачил читателей журнала "Scientific American", предложив им сыграть в игру с призовым фондом 1 млн (10^6) долларов. Участники игры должны были прислать в редакцию журнала открытку с указанием какого-либо одного числа. Победителем будет тот, кто пришлет открытку с наибольшим числом. Игра "Наибольшее число" имеет очень любопытное правило награждения: победитель, назвавший наибольшее число N , получает выигрыш, равный, $10^6 / N$. Остальные же участники не получают ничего. Если победителей будет двое, то выигрыш делится пополам. Таким образом, выигрыш вычисляется по следующей формуле: P/Nm , где P —призовой фонд, N —наибольшее названное число, m —число участников, выбравших число N .

В игре приняло участие около 1000 читателей. Почти все прислали открытку с числом 1. Если бы так поступили все, то выигрыш каждого составил бы примерно 1000 долларов. Однако более предприимчивый читатель рассуждал иначе. Он считал, что большинство пришлют числа 1, 2, может быть, 3 и поставил в открытке число 10, рассчитывая получить 100 000 долларов, оставив остальных с носом. Но таких предприимчивых оказалось довольно много. Более того, 33 человека прислали число 10^6 , надеясь получить хотя бы 1 доллар. Однако несколько энтузиастов прислали числа порядка 10^{100} , сделав выигрыш исчезающе малым.

Моделям игр с участием n лиц посвящена обширная литература, в которой исследуются механизмы кооперирования, образования коалиций, процессы самоорганизации [1, 3, 6, 8]. В этих моделях исследуются условия возникновения социального порядка в условиях, когда участники не имеют полной информации о предпочтениях друг друга.

Задачи и упражнения

1. Постройте теоретико-игровые модели наиболее крупных конфликтов последних лет.
2. Постройте модель взаимодействия социальной системы и индивида.
3. Предположим, что на одном сегменте рынка действуют две конкурирующие фирмы. Каждая фирма может выбрать одну из двух альтернатив: С — разработать и внедрить инновацию; D — имитировать

продукт, созданный другой фирмой (см. гл. 9). В данной модели предполагается, что имитация приносит больший доход, так как фирма не несет затрат, связанных с разработкой и внедрением инновации. Рассмотрим игру со следующей таблицей выигрышей [9]:

		Фирма В	
		С	Д
Фирма А	С	1 1;1	2 1;2
	Д	3 2;1	4 0;0

Какие стратегии в этой модели являются рациональными?

4. Сформулируйте определение эволюционно эффективной стратегии.

5. Авторы [7] присвоили имена некоторым стратегиям, разработанным для итеративной дилеммы заключенного: Сталина — стратегии постоянного отказа от сотрудничества, Ганди — стратегии постоянного сотрудничества, альтруизма, независимо от поведения партнера. Каким стратегиям можно присвоить имена Макиавелли, Чингисхана, Наполеона, современных политиков?

6. Проверьте сплоченность своей студенческой группы с помощью игры "Наибольшее число". Как поведут себя участники, если игру повторить несколько раз?

Литература

1. **Воробьев Н.Н.** Теория игр для экономистов и кибернетиков. М., 1985.
2. **Миркин Б.Г.** Проблема группового выбора. М.: Наука, 1974.
3. **Мулен Э.** Кооперативное принятие решений: Аксиомы и модели. М.: Мир, 1991.
4. **Саати Т.Л.** Математические модели конфликтных ситуаций. М., 1977.
5. **Axelrod R.** The Evolution of Cooperation, N.Y.: Basic Books, 1984.
6. **Handbook of Game Theory with Economic Application.** L., 1992.
7. **Krains D., Krains V.** Pavlov and Prisoner's Dilemma//Theory and decision. 1989. Vol. 26. № 1. P. 47—79.
8. **Rapoport A.** Decision Theory and Decision Behaviour. Normative and Descriptive Approach. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. 1989.
9. **Rasmusen E.** Games and Information. Cambridge: Blackwell, 1994.