

И.Н. Дрогобыцкий

Системный анализ в экономике

Второе издание,
переработанное и дополненное

*Рекомендовано в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по специальностям 061800 «Математические методы в экономике»,
230700 «Прикладная информатика»*

*Рекомендовано Учебно-методическим центром
«Профессиональный учебник» в качестве учебника
для студентов вузов, обучающихся по специальностям
061800 «Математические методы в экономике»,
230700 «Прикладная информатика»*



Москва • 2011

УДК 330.101.541(075.8)

ББК 65.012.3я73-1

Д75

Рецензенты:

*кафедра математического моделирования экономических процессов
Финансового университета при Правительстве РФ*

(зав. кафедрой доктор технических наук, профессор В.А. Бывшев)

доктор экономических наук, профессор Б.Н. Порфирьев

(зав. лабораторией анализа и прогнозирования природных и технических
рисков экономики Института народнохозяйственного прогнозирования РАН)

Регистрационный номер рецензии № 940 от 6 июля 2010 г. (МГУП)

Главный редактор издательства *Н.Д. Эриашвили*,
кандидат юридических наук, доктор экономических наук, профессор,
лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники

Дрогобыцкий, Иван Николаевич.

Д75 Системный анализ в экономике: учебник для студентов
вузов, обучающихся по специальностям «Математические
методы в экономике», «Прикладная информатика» /
И.Н. Дрогобыцкий. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.:
ЮНИТИ-ДАНА, 2011. — 423 с.

ISBN 978-5-238-02156-0

Агентство СІР РГБ

Этот учебник — одна из первых попыток адаптации и творческого
развития известных положений теории систем и системного анализа
применительно к предметной области экономики. В нем можно найти
ответы на многие вопросы анализа, синтеза и реструктурирования эконо-
мических систем в целях обеспечения их эффективного функциониро-
вания и целенаправленного развития в текущий момент и обозримой
перспективе. В учебнике рассматриваются моделирование систем, диаг-
ностирование системных проблем, выбор рациональных подходов к их
решению, поиск приемлемого решения и обеспечение внедрения его в
практику.

Для студентов экономических специальностей. Может быть полезен
топ-менеджерам и сотрудникам аналитических подразделений крупных
компаний, а также руководителям организаций.

ББК 65.012.3я73-1

ISBN 978-5-238-02156-0

© ИЗДАТЕЛЬСТВО ЮНИТИ-ДАНА, 2011

Принадлежит исключительное право на использование и распространение издания
(ФЗ № 94-ФЗ от 21 июля 2005 г.). Воспроизведение всей книги или любой ее части
любыми средствами или в какой-либо форме, в том числе в интернет-сети, за-
прещается без письменного разрешения издательства.

© Оформление «ЮНИТИ-ДАНА», 2011

От автора

Высокая динамика экономической жизни сопровождается множеством проблем, которые нередко приводят к прекращению существования отдельных предприятий, компаний, региональных субъектов и даже целых государств. При этом почему-то никогда не могут вовремя разглядеть надвигающиеся проблемы, зато в состоянии толково объяснить причины случившегося после. Возникает вопрос: почему?

В поисках ответа на этот вопрос автор пришел к выводу, что в экономической сфере очень мало специалистов с хорошим системным мышлением, способных понимать и должным образом оценивать различные аспекты экономических явлений и на этой основе вырабатывать обоснованные управленческие решения. По глубокому убеждению автора, причина такого положения дел кроется не в самой экономике как отрасли человеческой деятельности, а в системе подготовки экономических кадров с высшим профессиональным образованием. Исторически сложилось так, что экономическое образование развивалось по принципу дифференциации. Появлялись новые учебные дисциплины, которые должны были «пролить свет» на новые прикладные сферы экономической деятельности, учреждались новые экономические специальности как ответ на конкретные запросы рыночной экономики, уточнялись учебные планы подготовки экономистов традиционных экономических специальностей, увеличивалось число дисциплин профильного характера. В конечном итоге это привело к подготовке узкопрофильных специалистов, обученных выполнять конкретные процедуры в конкретных условиях, с отсутствием аналитических навыков и навыков синтеза новых знаний.

К сожалению, в учебных планах подготовки экономистов очень слабо представлена интеграционная составляющая. «Философия» и «Экономическая теория», формирующие теоретико-методологическую основу знаний и компетенций будущего специалиста, очень далеки от проблематики и методологии конкретных учебных дисциплин и не справляются с поставленными перед ними задачами. Нужна еще одна промежуточная системная учебная дисциплина прикладного характера, которой с успехом может стать «Системный анализ в экономике». В совокупности с классической «Теорией систем» он способен сформировать своего рода базовую платформу для проведения прикладных экономических исследований или «философские основы» прикладной экономической науки.

Несмотря на очевидную необходимость такой учебной дисциплины для экономистов, к настоящему времени она значится в образовательных стандартах очень немногих экономических специаль-

ностей и направлений подготовки. Одной из ключевых причин такого положения дел, по мнению автора, является отсутствие общепризнанного учебника для студентов-экономистов. Круг доступных на данный момент литературных источников ограничен монографическими изданиями и учебными пособиями для области технических наук и инженерных специальностей, которые лишь в небольшой степени покрывают потребности экономистов.

Желание хотя бы в некоторой степени восполнить этот пробел в профессиональном экономическом образовании вдохновило автора на подготовку этого учебника. Ему предшествовало учебное пособие с таким же названием, вышедшее в свет в 2007 г. Быстрая раскупаемость тиража и одобрительные отзывы читателей убедили издательство и автора в правильности выбранного пути и сподвигли его на подготовку второго издания, но уже учебника.

По сравнению со структурой учебного пособия структура учебника значительно расширилась и включает пять разделов и 24 главы. Это придало книге новое качество. Во-первых, появился новый раздел III «Структурные построения экономических систем», где рассматриваются процессы первоначального проектирования и последующей реструктуризации организационных структур хозяйствующих субъектов. Во-вторых, значительно расширен заключительный раздел V «Методологическое и методическое обеспечение системного анализа», в котором вся системная методология, изложенная в предыдущих разделах, проецируется в системную практику. И, в-третьих, значительно переработан первый раздел «Основные положения теории систем» особенно в части определения системы и классификации систем, что придало большую стройность содержанию книги и существенно сблизило теорию с практикой.

В учебнике сохранена гипертекстовая технология подачи материала. В основной части учебника приводятся положения системного анализа, выстроенные в строгую логическую последовательность, а в приложениях даются интересные сведения по тем или иным аспектам излагаемого вопроса, которые по различным причинам не вписались в общую логику изложения материала, но имеют непосредственное отношение к рассматриваемому вопросу и либо углубляют его, либо представляют его в другом интересном ракурсе, либо являются яркими демонстрационными примерами.

По объему каждая глава в основной части учебника соизмерима с одним лекционным занятием. Это позволит довольно легко компоновать учебные программы и планы для любой экономической специальности с учетом ее специфики и предметной области. После каждой главы даются контрольные вопросы и задания, которые

студенты могут выполнять на практических занятиях. Приведенные в заключение темы рефератов и эссе помогут студентам углубленно изучить рассматриваемые темы. Лучшие студенческие работы могут быть заслушаны непосредственно на занятиях и/или участвовать в различных конкурсах студенческих научных работ.

Ключевые идеи этого учебника возникли во время работы автора в Финансовой академии при правительстве РФ. Возглавляя там кафедру математического моделирования экономических процессов, автор не смог найти преподавателя для обеспечения дисциплины «Системный анализ» по учебному плану специальности «Математические методы в экономике» и вынужден был сам взяться за ее подготовку. Так что его первый интерес к методологии системного анализа был вынужденным. Однако по мере изучения доступной литературы и приобретения опыта он все больше погружался в проблематику системных исследований и пришел к выводу, что это очень интересная и очень востребованная область научного знания, популяризации которой и внедрению в учебные программы подготовки профессиональных экономистов стоит посвятить не один год работы.

При подготовке этого учебника автор широко использовал труды выдающихся отечественных и зарубежных ученых, представляющих различные научные школы системного анализа.

В первую очередь следует отметить томскую школу профессора Ф.И. Перегудова. К сожалению, его ранний уход из жизни не позволил в полной мере реализовать наметившийся потенциал этой школы. Большое влияние на содержание отдельных глав учебника оказали дискуссии с коллегами из Санкт-Петербургской школы системного анализа (В.Н. Волковой, А.А. Денисовым, В.Н. Козловым и др.), преимущественно ориентированной на подготовку системных аналитиков для технической области. Много полезного автор почерпнул из книг профессора В.Д. Могилевского, японских ученых И. Нонака и Х. Такеучи, английских ученых Дж. О'Коннора, И. Макдермотта, Г. Минцберга и др.

Автор благодарен многим ученым (акад. В.И. Арнольду, чл.-корр. Г.Б. Клейнеру, проф. Л.Г. Лабекеру и др.), любезно предоставившим свои материалы или выложившим их в общедоступном Интернете; эти материалы позволили существенно обогатить содержание настоящего учебника, с одной стороны, и ярко демонстрируют интеграционный характер дисциплины «Системный анализ» — с другой. Самых добрых слов заслуживают рецензенты пособия — проф. В.А. Бывшев и проф. Б.Н. Порфирьев за оказанную дружескую поддержку и конструктивную критику.

Особую благодарность автор выражает своей жене Клавдии Степановне, терпение и такт которой способствовали успешной работе над рукописью, и помощницам Александре Рузиной и Алле Чернышовой, взявшим на себя труд ее технической подготовки.

Введение

В современных условиях каждый экономический субъект, будь то индивидуальный предприниматель, малое предприятие или большая корпорация, имея почти неограниченную экономическую свободу, хозяйствует на свой страх и риск. Для обеспечения желаемого вектора развития, выработки обоснованных управленческих решений и практической реализации последних он должен уметь вычислять свои экономические координаты и постоянно выверять курс движения к намеченной цели. И если индивидуальные предприниматели и малые предприятия довольно успешно решают эти задачи на интуитивном уровне, то для больших корпораций такой подход абсолютно неприемлем. Слишком большой, а иногда и роковой, может оказаться цена ошибки.

С другой стороны, даже в условиях нормального (штатного) развития управляемого объекта выработка управленческих решений всегда осуществляется в проблемной среде на многоальтернативной основе. Она обусловлена многовекторностью нашего бытия, сложностью управляемого объекта, динамическим изменением условий его функционирования, сложностью внутренней и внешней обстановки и множеством других факторов. Это означает, что выработка любого управленческого воздействия связана с решением некоторой проблемы или целого спектра проблем.

Однако текущие управленческие решения не всегда приводят к исчезновению существующих проблем. Отдельные из них постоянны и повторяются от одного акта управленческого воздействия к другому. Для устранения такой проблемы ее следует локализовать в рамках отдельной системы, всесторонне изучить эту систему во взаимосвязи с внешней средой, установить причины возникновения проблемы, определить подпитывающие ее ресурсы и на этой основе выработать рекомендации по устранению или уменьшению воздействия существующей проблемы на управляемый объект.

Для решения этих и сопутствующих им задач многие серьезные субъекты рынка имеют в своем составе аналитические службы (ситуационный центр, центр предупреждения кризисных явлений, отдел прогнозирования и стратегического планирования и т.п.), в обязанности которым вменяется разработка возможных вариантов стратегических решений, формирование планов развития объекта управления, мониторинг его текущего состояния и выработка оперативных управленческих воздействий, для удержания объекта на заданной траектории развития. Теоретическую основу деятельности таких служб составляет теория систем, а методологический арсенал и инструментальную поддержку предоставляет системный анализ в

совокупности с экономическими дисциплинами прикладного характера.

К сожалению, исторически сложилось так, что дисциплине, в рамках которой изучались бы основы теории систем, сущность системного подхода и методология системного анализа, не нашлось места в учебных программах подготовки экономистов с высшим профессиональным образованием. В лучшем случае они фрагментарно или отдельными вопросами давались в рамках других учебных дисциплин. Этим во многом объясняется отсутствие у выпускников экономических вузов системного видения, ограниченность полученных знаний и компетенций конкретной предметной областью или отраслью, трудности общения между представителями различных прикладных экономических областей и другие изъяны современного экономического образования.

Расчлененность экономических знаний становится тормозом процесса их синтеза. Любой специалист, будь то финансовый менеджер, бухгалтер, плановик, маркетолог, логистик, кадровик, аналитик или информационщик, видит деятельность своей организации под определенным углом зрения и формирует собственное представление о текущей ситуации. Посылая его «наверх», он обеспечивает некоторый фрагмент исходной информации для выработки стратегических решений на уровне высшего руководства. Далее высшее руководство должно соединить эти локальные фрагменты как кусочки мозаики и выработать некоторое интегральное решение, которое должно обеспечить удержание организации на плановой траектории развития или, в случае отклонений, возврат на нее в обозримой перспективе. Для выработки такого рода решений необходимо целостное представление об управляемом объекте и знание методологии системного анализа. Развивающиеся в результате непрерывного углубления специализации экономического знания дисциплины прикладного характера порождают возрастающий поток разнородной плохо интегрируемой информации. Таким образом, желание «объять необъятное» приводит к неэффективному расходованию ограниченного временного ресурса, выделенного на получение образования, и замедлению процесса генерирования новых знаний.

Для устранения отмеченных недостатков необходимо ввести дисциплину «Системный анализ» в федеральный компонент всех образовательных стандартов подготовки экономистов с высшим профессиональным образованием как минимум в объеме семестрового курса. В этом плане существенным подспорьем может стать этот учебник, в котором теория систем и системный анализ

составляют фундаментальные основы прикладной экономической науки. В нем преследуется цель сформировать своего рода базовую платформу для проведения прикладных экономических исследований.

Как и полагается фундаментальной дисциплине, с одной стороны, она «врастает» в философию как основу научного понимания окружающего мира, а с другой — примыкает к прикладным экономическим дисциплинам, в рамках которых изучаются конкретные методы и инструментарий исследования различных сторон жизнедеятельности экономических систем. Таким образом, системному анализу отведена роль своеобразного мостика между научным знанием системности вообще и его конкретным воплощением в прикладных методах решения экономических задач.

В этой связи в разделе I учебника рассматриваются основные положения теории систем и их взаимосвязь с общепризнанными философскими категориями. Здесь с общепризнанных позиций, логически строго, последовательно, аргументированно и на конкретных примерах показывается системность окружающего мира, познавательных процессов и практической деятельности человека; анализируется жизненный цикл системы и рассматриваются возможные его модификации; критически оцениваются известные определения системы, обосновывается необходимость рассмотрения этого понятия как экономической категории и дается авторская интерпретация последней.

Раздел II посвящен вопросам моделирования экономических систем. Оказалось, что при всем многообразии экономических субъектов, с одной стороны, и невообразимом количестве методов и средств моделирования — с другой, существует всего несколько конструктивных типов моделей, позволяющих генерировать приемлемые варианты решений существующих проблем. К их числу следует отнести модель «черного ящика», модель состава и структурную модель экономической системы, каждая из которых рассматривается в статической и динамической модификациях. Здесь же рассматриваются вопросы классификации методов моделирования и анализируются особенности их применения в исследовании экономических систем.

Высокая изменчивость экономической среды обуславливает изменения во внешнем облике и внутреннем содержании хозяйствующих субъектов, не нарушая их целостности. Как известно, за целостность любой системы в первую очередь отвечает ее структура. Она увязывает элементы и составные части системы в единое целое, используя для этого целый спектр властных, профессио-

нальных, социальных и духовных зависимостей. В современных условиях организационная структура хозяйствующего субъекта должна быть гибкой, уметь быстро перестраиваться, обеспечивать целостность и эффективность субъекта в текущий момент времени и обозримой перспективе. Как, на каких принципах и с помощью какого инструментария выстраивается и поддерживается нужная структура экономических систем, рассматривается в разделе III учебника.

В разделе IV всесторонне анализируются основные процедуры системного анализа, которые, по существу, составляют ядро его методологического обеспечения. В их число включены процедуры целеполагания, вскрытия системности, декомпозиции, агрегирования, измерения и выбора. С учетом особой значимости экономических измерений в исследовании хозяйствующих субъектов их рассмотрению отведена отдельная глава. Еще в большей степени дифференцирована процедура выбора. В отдельной главе анализируются математические методы решения задачи выбора, включающие методы однокритериальной и многокритериальной оптимизации; отдельная глава посвящена методологии решения задачи выбора в условиях неопределенности, являющейся предметом так называемой теории игр, и в отдельной главе рассматриваются задачи выбора, решаемые с помощью экспертных оценок и процедур голосования.

В заключительном разделе V приводится базовая методика системного анализа и даются рекомендации по ее адаптации к особенностям конкретной экономической системы, подлежащей исследованию. Базовая методика системного анализа включает десять последовательных этапов (формулирования проблемы, формирования проблематики, конфигурирования проблемы, постановки задачи, определения целей, выбора критериев, генерирования альтернатив, моделирования, синтеза решения, реализации решения), каждый из которых реализуется посредством системных процедур, описанных в разделе IV в «рассыпанном» виде. Однако в зависимости от целей системного анализа, специфики исследуемой системы, знаний и компетенций системного аналитика и многих других факторов содержание этих процедур, их комбинирование в рамках каждого этапа и даже последовательность этапов системного анализа будут различны. То есть методика проведения системного анализа конкретной системы всегда будет оригинальна. Таким образом, несмотря на то что методология системного анализа и ее инструментальная поддержка достигли такого уровня зрелости, который позволил выделить базовые принципы, алгоритмы и приемы выполнения отдельных системных процедур, проведение системных исследований

конкретных экономических объектов до настоящего времени носит больше творческий, чем инженерный характер.

Тем не менее в учебнике изложены основные положения теории систем и системного анализа, которыми при желании и старании может овладеть практически каждый. С его помощью при надлежащем старании и прилежании любой менеджер сможет грамотно провести системный анализ возникшей проблемы и выработать приемлемые рекомендации по ее устранению или уменьшению влияния.

Раздел I. Основные положения теории систем

Глава 1. Системность как общее свойство материи

В современном обществе системные представления достигли такого уровня, что мысль о полезности и важности системного подхода к решению возникающих проблем вышла за рамки специальных научных дисциплин и стала обыденной практикой. Уже не только ученые и инженеры, но и организаторы производства (производственная система), финансисты (финансовая система), педагоги (система Макаренко), деятели искусства (система Станиславского) обнаружили системность собственной деятельности и стараются осуществлять свою работу системно. Широко распространилось понимание того, что наши успехи связаны с тем, насколько системно мы подходим к решению проблемы, а наши неудачи вызваны отступлением от системности. Было бы неверным считать, что системность в человеческих делах и мыслях появилась только во второй половине XX в. Они (дела и мысли) были системными всегда и другими быть не могут. Системность это не такое качество, которым может быть или не быть наделенным исследуемый объект — его может обнаружить или не обнаружить аналитик-исследователь. Однако системность имеет разные уровни. Сигналом о недостаточной системности любой деятельности является появление проблемы. Разрешение возникшей проблемы осуществляется путем перехода на новый, более высокий уровень системности. Поэтому системность есть не столько состояние, сколько процесс. В этой главе будет рассмотрена эволюция этого процесса в практической деятельности человека и познании внешнего мира.

1.1. Системность в практической деятельности человека

Начнем с рассмотрения практической деятельности человека, т.е. с его активного и целенаправленного воздействия на окружающую среду. Наша первая задача — показать, что человеческая практика системна.

Всякое наше осознанное действие преследует цель. Во всяком действии легко увидеть его составные части или более мелкие действия. При этом легко убедиться, что эти составные части должны выполняться не в произвольном порядке, а в определенной последовательности. Это и есть та самая определенная, подчиненная цели взаимосвязанность составных частей, которая и является *признаком системности*.

Другое название для такого построения деятельности — *алгоритмичность*. Понятие «алгоритм» возникло в математике и означало заданную последовательность операций над математическими объектами, приводящую к искомому результату. Далее стала осознаваться алгоритмичность любой деятельности. Со временем стали говорить об алгоритмах принятия управленческих решений, алгоритмах обучения, алгоритмах игры в шахматы, а в последние годы работают над алгоритмами изобретательства и музыкальной композиции.

При этом несколько трансформируется понятие алгоритма. Сохраняя логическую принудительность последовательности действий, мы допускаем, что в алгоритме могут присутствовать и неформализуемые действия, важно лишь, чтобы они успешно выполнялись, хотя и неосознанно. Подавляющее большинство элементов творческой деятельности, реализуемых человеком легко и просто, на самом деле являются неосознанной реализацией определенных закономерностей. Другими словами, творчество — это не что иное, как неосознанная алгоритмическая деятельность.

И в менее творческой, управленческой работе существуют пока не поддающиеся алгоритмизации моменты. Поэтому содержащие их алгоритмы управления обозначают менее категоричным понятием — *методики*. Методики, как правило, существуют в форме рекомендательных текстов, в которых содержится общая идеология того, что необходимо сделать, но не всегда четко обозначена последовательность действий и их внутреннее содержание. Это означает, что в отличие от алгоритмов методики допускают больше творчества.

Из сказанного следует три вывода:

- всякая деятельность алгоритмична;
- не всегда алгоритм реальной деятельности существует в явном виде;
- в случае неудовлетворенности результатом причину неудачи следует искать в несовершенстве алгоритма.

Последнее требует исследования, развития и совершенствования алгоритма, выявления и устранения его слабых мест и, следовательно, повышения системности.

Перейдем теперь к другой задаче и покажем, что роль системных представлений в человеческой деятельности постоянно увеличивается, повышая ее системность. Последнее проиллюстрируем на примере повышения производительности труда. Попутно заметим, что это один из важнейших показателей, отражающих уровень экономического развития. Экономическое развитие общества прежде всего обусловлено повышением производительности труда. Этот

процесс очень многогранен, очень сложен, а его итог выражается в совершенствовании средств труда и методов его организации.

В своем развитии человечество преодолело три масштабных организационно-технологических рубежа системности практической деятельности, определивших скачкообразный рост производительности труда (механизацию, автоматизацию, кибернетизацию) и в настоящее время успешно берет приступом последний рубеж — которому «интеллектуализацию труда». Следует заметить, что каждый очередной организационно-технологический этап системности человеческой деятельности не отрицает предыдущего, а наоборот — «поглощает» его, сохраняя все лучшее, и развивается дальше вместе с ним (рис. 1.1).

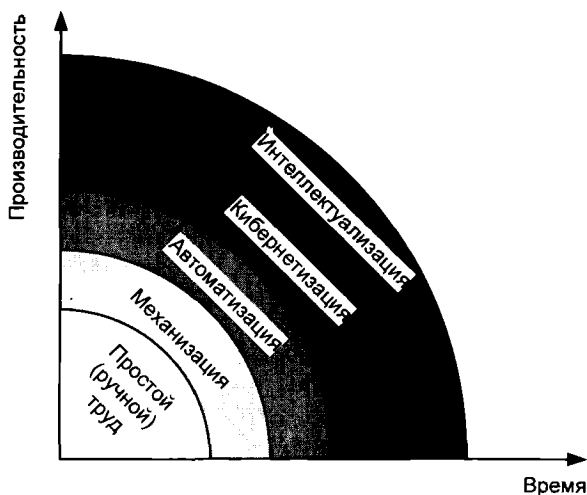


Рис. 1.1. Системность человеческой деятельности

Эта преемственность достижений человечества на каждом этапе на рис. 1.1 проиллюстрирована с помощью штриховки. Как видно, последний на сегодняшний день этап интеллектуализации вобрал в себя лучшие достояния всех предшествующих этапов.

Коротко остановимся на ключевых характеристиках каждого этапа.

Механизация. Простейший и исторически первый способ повышения производительности труда. Человек вооружается механизмами — от простейших орудий и приспособлений, приводимых в действие мускульной силой, до сложнейших машин со встроенными в них двигателями — и существенно (в несколько раз) увеличи-

вает производительность своего труда. По подсчетам академика А.И. Берга, если бы механизация строительных работ у нас оставалась на уровне времен строительства Днепрогэс, то для сооружения только электростанций уже в 80-х годах прошлого века потребовалось бы все трудоспособное население страны.

Однако механизация имеет естественный предел: работой механизмов управляет человек, а его возможности ограничены физиологически. Нельзя механизировать очень быстрые процессы, например, работу химической установки: ограничителем служит скорость реакции человека; нельзя выводить на пульт управления слишком много приборов-индикаторов и рычагов управления — у человека всего два глаза и две руки; нельзя ставить под контроль одного человека значительное число процессов — эффективно отследить и удержать в памяти он может не более семи дел. Таким образом, сам человек является узким местом механизации.

Автоматизация. Решение ключевой проблемы механизации пошло по пути исключения участия человека из конкретного производственного процесса и возложения на машины не только выполнения самой работы, но и операций по ее регулированию. Технические устройства, объединяющие эти две функции, называли автоматами, и следовательно, второй способ повышения производительности труда, или второй этап повышения системности общественного производства, получил название *автоматизации*.

В повседневный быт вошли торговые автоматы; в промышленности появились АРМ — автоматизированные рабочие места, роботы, автоматизированные линии и целые автоматизированные заводы. Автоматизации подверглась не только физическая, но и мыслительная деятельность. В первую очередь это относится к технологическому и организационному управлению. Академик А.И. Берг подсчитал, что если бы в органах управления всех хозяйствующих субъектов обрабатывали информацию по-старому, на счетах и арифмометрах, то уже 20 лет назад все трудоспособное население страны должно было бы работать в бухгалтериях. Автоматизация управления с помощью компьютерной техники сняла эту проблему.

Таким образом, автоматизация является мощным средством повышения производительности труда, и по мере совершенствования наших знаний о тех или иных производственных процессах эти процессы подвергаются все большей автоматизации. Однако у автоматизации, в свою очередь, существует естественный предел: в реальной жизни часто приходится сталкиваться с непредвиденными условиями и невозможностью полной алгоритмизации, а следовательно, и автоматизации многих практических действий.

Как известно, автоматизировать можно только те работы, которые детально изучены, подробно и полно описаны с указанием того, что в каком порядке делать и как поступать в каждом случае. Это в полной мере относится к автоматам. Можно утверждать, что автомат реализует некоторый алгоритм, и если алгоритм в какой-то своей части не точен или встретилась ситуация, не предусмотренная алгоритмом, то поведение автомата в таких случаях непредсказуемо.

Кибернетизация. Наиболее остро такие проблемы возникают в процессе руководства человеческими коллективами, управления производственными и непроизводственными системами, проектирования, строительства и эксплуатации крупных технических комплексов, вмешательства в жизнедеятельность и функционирование живого организма, определения степени воздействия человека на природу, т.е. в тех случаях, когда приходится взаимодействовать со сложными системами. Повышение эффективности такого взаимодействия является объективной (и субъективной) необходимостью, и человечество вырабатывает способы решения возникающих при этом проблем. Совокупность таких способов представляет собой содержание третьего этапа системности практической деятельности человека. Поскольку кибернетика первой взялась за научное решение проблем управления сложными системами, этот этап называли *кибернетизацией*.

Кибернетика изучает системы с так называемой отрицательной обратной связью (рис. 1.2). В такого рода системах планируется (программируется) требуемый уровень развития системы, т.е. задается ее будущее желаемое состояние. Впоследствии, когда это состояние будет достигнуто, оно интерпретируется как результат целенаправленного воздействия на систему или управления с учетом влияния внешней среды (возмущений).

Для реализации базового принципа кибернетики находится закон изменения состояния системы во времени $S_{пл}(t)$. Поскольку задача системы формируется как обеспечение приближения действительного состояния системы к требуемому (плановому), то путем определения разности между требуемым и действительными состояниями определяется изменение состояния системы $\Delta S(t) = S_{пл}(t) - S(t)$ и вырабатывается необходимое управляющее воздействие $u(t+1)$, цель которого — свести к минимуму рассогласование между требуемым и текущим состояниями системы и обеспечить тем самым желаемую траекторию ее развития.

В зависимости от входного сигнала в теории управления различают системы *программного регулирования* (рассматриваемый случай); системы *стабилизации* (когда $S_{пл}(t) = 0$); и системы *слежения* (когда входной сигнал априорно неизвестен).

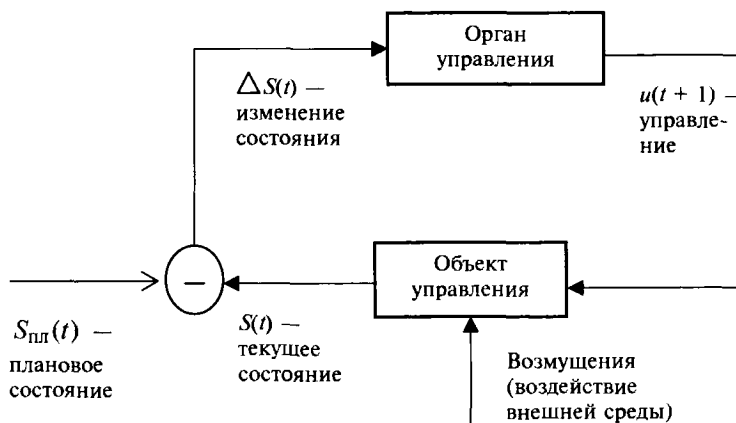


Рис. 1.2. Контур управления, реализующий базовый принцип кибернетики

Эта детализация никак не сказывается на реализации базового принципа кибернетики, но вносит специфику в архитектурное построение системы.

В рассмотренном случае требуется предварительный расчет траектории системы в пространстве состояний, который лимитируется двумя требованиями:

- траектория должна проходить через цель;
- траектория должна быть оптимальной.

В формализованных динамических системах к отысканию подобной траектории привлекается аппарат вариационного исчисления или динамического программирования. В том случае, если форма траектории (кривая развития) известна, задача сводится к поиску неизвестных параметров системы, а к ее решению привлекаются методы математического программирования. Для решения плохо формализуемых проблем остается уповать на эвристические решения, основанные на футурологических прогнозах, или на результаты имитационного моделирования.

Если формальная алгоритмизация невозможна, определение траектории системы и выработка управляющих воздействий на ее развитие опираются на интеллект. Далее вполне логично возникает вопрос: нельзя ли смоделировать интеллектуальные возможности человека — хотя бы в той части, которая необходима для выполнения конкретных, пусть частных, интеллектуальных операций? Здесь у науки два пути: понять алгоритмы интеллектуальной деятельности (т.е. изучить естественный интеллект), либо «изобрести» алгоритм с интеллектуальными свойствами.

ми (т.е. обратиться к искусственному интеллекту). Как известно, на втором из этих путей есть серьезные успехи.

Упомянутое здесь понятие «отрицательная обратная связь», с которым имеет дело кибернетика, представляет собой лишь частный случай более общего системного принципа — принципа *обратной связи*. Системное мышление развивается не линейно, по прямой, а циклично, образуя петли и контуры в соответствии с принципом обратной связи. Это означает, что система возвращает часть выхода, или информацию о промежуточных и конечных результатах, на свой вход, чтобы оказать влияние на последующее развитие.

Наряду с отрицательной обратной связью, которую в системном анализе называют *уравновешивающей*, системный принцип обратной связи включает еще *усиливающую* (положительную) связь и *упреждающую* (предвосходящую) обратную связь. Если изменение выхода системы, возвращаясь на ее вход, усиливает первоначальное изменение в том же направлении, мы имеем дело с усиливающей обратной связью. Если же изменение состояния системы служит сигналом для противодействия первоначальному изменению и последующему восстановлению утраченного равновесия, то возникает уравновешивающая обратная связь. А если предвидение будущего влияет на настоящее таким образом, что оборачивается самосбывающимся пророчеством, — на лицо упреждающая обратная связь.

В приложении 1 приведены более подробные сведения о проявлении принципа обратной связи в системном анализе.

1.2. Системность познавательных процессов

Рассматривая объективные причины возникновения и развития системных представлений о мироустройстве, покажем, что сам процесс познания мира системен и добытые при этом человеческие знания также системны.

Окружающий нас мир бесконечен в пространстве и во времени. Также неограниченны возможности расширения и углубления наших знаний о любом объекте этого мира, сколько бы он ни был велик или мал. Человек существует конечное время и располагает конечными материальными, энергетическими и информационными ресурсами. Тем не менее человеку удастся познавать мир и, как показывает практика, познавать верно.

Противоречия между неограниченными желаниями человека познавать мир и ограниченными возможностями делать это, между бесконечностью природы и конечностью ресурсов, находящихся в распоряжении человечества, имеют следствием появление *аналити-*

ческого и синтетического образов мышления, позволяющих, в свою очередь, поэтапно разрешать эти противоречия.

Суть анализа состоит в разделении целого на части, или представлении сложного совокупностью более простых компонент. *С помощью анализа мы получаем знание*, однако теряем возможность понять свойства системы, чтобы познать целое и сложное, необходим и обратный процесс — синтез. *С помощью синтеза мы обретаем понимание*. Чтобы выяснить, как система функционирует и каковы ее свойства, существует только один путь: наблюдать ее в действии. И это относится как к естественным, так и к искусственным системам, как к индивидуальному мышлению, так и к общему развитию человеческого знания.

Аналитичность человеческого знания находит отражение в существовании различных наук и научных направлений, а также и в продолжающейся дифференциации последних в целях более глубокого изучения узких вопросов. В то же время в результате синтеза знаний из различных научных дисциплин возникают пограничные науки типа биохимии, биофизики или финансовой аналитики. Другая, более высокая форма синтеза знаний реализуется в развитии наук о самых общих свойствах природы — философии и теории систем.

Таким образом, расчлененность мышления на анализ и синтез и взаимосвязанность этих способов мышления являются очевидными признаками системности познания. Эволюция взглядов на системность мышления и осознание диалектического единства анализа и синтеза пришло не сразу. В разные исторические эпохи системность имела различный характер.

В Древней Греции преобладало нерасчлененное знание. Природа рассматривалась как единое целое, всеобщая связь явлений не доказывалась в подробностях, а принималась как результат непосредственного созерцания.

Для последующего этапа — метафизического способа мышления — характерно преобладание анализа. Разложение природы на отдельные части, разделение различных процессов и предметов на определенные классы, исследование внутреннего строения органических тел, привело к исполинским успехам в области познания природы. Но в этом способе предполагается обособленность исследуемых явлений и неподвижность материи. Тем не менее уже сами метафизики ощущали незавершенность аналитического знания, видели возможность и даже необходимость синтеза, но считали его произвольной деятельностью души, не имеющей отношения к природе.

Новый, более высокий уровень системности познания — диалектический способ мышления. В развитие диалектики значитель-

ный вклад внесли представители немецкой классической философии. Кант писал, что «системы знаний кажутся, подобно червям, возникающим путем самозарождения из простого скопления собранных вместе понятий, сначала в изуродованной, но с течением времени в совершенно развитой форме». Исследование процессов соотношения познания и реальности привело Гегеля к окончательному формированию диалектики.

Диалектику следует рассматривать как методологию согласования системности мышления с системностью природы. Это согласование в настоящее время ведется в двух направлениях:

- идеалистическом — за начальную точку принято сознание;
- материалистическом — за начальную точку принята материя.

Тем не менее большинство исследователей убеждены, что истину следует искать на пересечении этих двух направлений. Истина состоит не только в том, что бытие определяет сознание, но и в том, что сознание определяет бытие. Интеграция этих направлений — задача следующего, более высокого уровня развития системности познания.

1.3. Системность окружающего мира

Системность нашей деятельности и мышления вытекает из системности мира. Мир представляет собой иерархическую систему систем, которые постоянно развиваются и взаимодействуют между собой. Системность природы не только логически выводится на основе философских рассуждений и теоретических построений, но и реально проявляется в процессах и явлениях, протекающих как с участием человека, так и без него. Оставляя первое (философское доказательство системности природы) для самостоятельных упражнений, остановимся на втором и покажем, как эта системность проявляется в экономике.

Любую экономическую систему (от мировой экономики до отдельного предприятия) можно рассматривать как образование, состоящее из трех подсистем или, как принято еще называть, систем второго порядка — производственной, финансовой и обеспечивающей (рис. 1.3). Система производства является первичной, или базовой, а финансовая и обеспечивающая системы, возникающие для удобства функционирования производственной системы — вторичными. Они должны обеспечить гибкость и оперативность производственной системы и являются ее надстройкой.

С точки зрения системного аналитика такое взаиморасположение указанных систем можно проинтерпретировать как проекцию,

или отображение, производственной и обеспечивающей систем в пространство финансов. Чем достовернее это отображение, тем большей эффективности можно ожидать от функционирования всех трех систем. Однако, несмотря на то что финансовая система является вторичной и интерпретируется как отображение производственной и обеспечивающей систем, она активно воздействует на динамику производственных и обеспечивающих процессов.

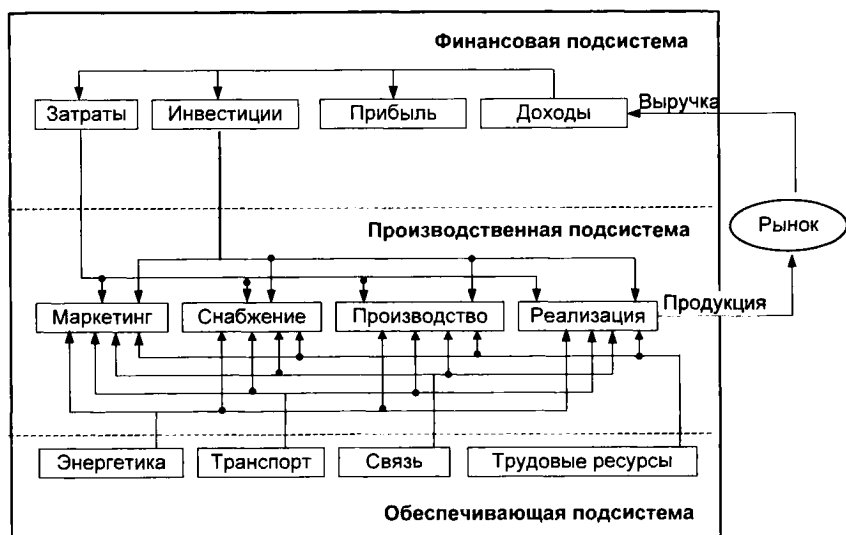


Рис. 1.3. Система «Предприятие»

Если упразднить финансовую надстройку, производственная система будет функционировать как натуральная*. Тогда рост производительности труда будет обеспечивать большие объемы производства продукции. Для образовавшихся «излишков» потребуются найти новых потребителей, а новые потребители, в свою очередь, должны иметь излишки других ценностей, которые могут быть полезными производителям первичной продукции. Нетрудно представить, что в таких условиях процесс развития производства будет очень сложным и медленным.

Замена товаров денежным эквивалентом упрощает процессы обращения, позволяет накапливать денежные сбережения и без труда превращать их в любые другие ценности: будь то ресурсы произ-

* Такие условия сложились в России на начальном этапе рыночных реформ. Разрушение финансовой системы вынудило многие предприятия перейти на натуральный обмен (бартер).

водства или потребительские товары. Иными словами, владелец денежного эквивалента имеет власть над производством. Однако не следует забывать, что производство является основным источником денежных накоплений.

В основе материального производства лежат два элемента: капитал и труд. Производственный капитал существует, как правило, в форме некоторого материально-технического основания производства и его организационного обеспечения. В последнее время в рамках капитала принято выделять его интеллектуальную составляющую, к которой относят ноу-хау или умения и навыки, определяющие саму принципиальную возможность производства товара или услуги; идеи, концепции, теории изобретения и патенты, бренды, репутацию, аккумулирующие потенциальную продуктивность компании в настоящем и в будущем; правила (писанные и неписанные), отношения, традиции, убеждения и моральные ценности, определяющие корпоративную культуру компании; библиотеки, учебные центры, базы данных, базы знаний и уникальных сотрудников, выполняющих функции хранителей корпоративных знаний.

Труд как элемент производства воплощают работники, обеспечивающие не только производство продукции, но все предшествующие ему и следующие за ним процедуры. Эти элементы при надлежащем соединении порождают производственные процессы, которые образуют замкнутый воспроизводственный контур, включающий ряд систем 2-го уровня — маркетинг, снабжение, производство, реализацию. Нормальное функционирование систем 2-го уровня, в свою очередь, обеспечивают системы 3-го уровня — энергетику, транспорт, связь и систему подготовки трудовых ресурсов.

В финансовом контуре циркулируют деньги и их эквиваленты (акции, облигации, долговые обязательства и т.д.), отражающие движение материальных ценностей. С их помощью все составляющие воспроизводственного процесса, измеряемые в натуральных единицах (киловатт-часах, штуках, тоннах, байтах и т.д.) приводятся к единому денежному эквиваленту, получают количественную оценку и группируются в финансовые статьи (затраты, инвестиции, доходы, прибыль), в разрезе которых принято отражать экономическую сторону производственной деятельности. Цена устанавливает взаимно однозначное соответствие между отдельными элементами материального потока. Изменение цены приводит к изменению интенсивности и материального, и финансового потоков. Следовательно, регулирование производства может осуществляться посредством воздействия на него финансовыми инструментами (изменением цены на продукцию и услуги, увеличением или уменьшением уровня заработной платы сотрудников, минимизацией платежей в

бюджет и т.п.). Регулирующие воздействия могут иметь директивный характер, как в случае монополизации производства, либо могут косвенно влиять на состояние и динамику производственных процессов, как в случае открытой рыночной конкуренции.

Таким образом, управление производственной системой реализуется через финансовую систему. Последняя получает обобщенную информацию о состоянии производства в виде сигналов о затратах сырья, комплектующих, энергии, труда и других ресурсов, а также об ассортименте, объемах и качестве производимой продукции и на этой основе формирует управленческие решения в форме необходимых воздействий: от изменения заработной платы до финансирования разработки новой продукции.

Приведенное описание небольшого фрагмента реального мира подтверждает его системность и иерархичность. Если учесть, что рассмотренные здесь системы входят как составные части в системы более высоких уровней — региональные системы транспорта, связи и энергетики, экономическую систему страны, мировую экономическую систему, то сомнений относительно системности всего материального мира оставаться не должно. Следовательно, системность является всеобщим свойством материи.

Резюме

Обсуждая объективные причины развития системных представлений, мы отнесли к ним системность человеческой практической деятельности и внутреннюю системность человеческого познания. При этом системность нашего мышления вытекает из системности мира. Современные представления позволяют говорить о мире как о бесконечной иерархической системе систем, находящихся в развитии и взаимодействии друг с другом. Все новые и новые научные данные подтверждают такие представления. Оказалось, что неоспоримые факты спонтанного возникновения организованных систем из хаоса вполне объяснимы внутренними свойствами самой материи. Но об этом в следующей главе.

Контрольные вопросы

1. Дайте общее определение алгоритма.
2. Выстройте по критерию строгости следующие понятия: инструкция, методика, алгоритм.
3. Приведите примеры алгоритмизации творческой деятельности человека.
4. Дайте определение механизма.
5. Что является узким местом в механизации человеческого труда?

6. Дайте определение автомата.
7. В каких случаях поведение автомата непредсказуемо?
8. Что является узким местом в автоматизации человеческого труда?
9. Разместите в порядке возрастания производительности труда следующие этапы развития производства: автоматизация, механизация, интеллектуализация, кибернетизация.
10. В чем заключается базовый принцип кибернетики?
11. В чем заключается сущность системного принципа обратной связи?
12. Перечислите классические типы обратных связей в системах и дайте им определения.
13. Приведите примеры различных типов обратных связей в экономических системах.
14. Что такое управление?
15. В чем заключается сложность управления системой?
16. В соответствии с логикой воспроизводства установите иерархию следующих подсистем системы производства: управление финансами, управление производством, управление персоналом, бухгалтерский учет.
17. В чем кроются причины возникновения аналитического и синтетического образов человеческого мышления?
18. Раскройте сущность аналитического подхода к исследованию системы. Приведите примеры.
19. Раскройте сущность синтетического подхода к исследованию системы. Приведите примеры.
20. В чем сущность диалектического способа мышления (с позиции системного анализа)?
21. Разместите в соответствии с логикой рыночной экономики следующие функции производственной системы предприятия: производство, маркетинг, снабжение, реализация.
22. Перечислите основные функции финансовой системы предприятия.
23. В чем заключается сущность натурального (бартерного) обмена? Каковы причины его возникновения в настоящее время?
24. Как отображается реальный мир в сознании системного аналитика?
25. Приведите основные аргументы, доказывающие системность всей материи.

Темы рефератов и эссе

- Развитие искусственного интеллекта.
- Системность природы: философский аспект.
- Системность духовного мира человека.
- Новый рубеж системности человеческой деятельности: что следует за интеллектуализацией труда.

Глава 2. Жизненный цикл системы

В этой главе попытаемся рассмотреть процессы жизненного цикла систем. При этом, чтобы подчеркнуть объективность возникновения и существования систем, больше внимания уделим естественным системам, появление которых не связано с деятельностью человека. Докажем, что в основе механизма рождения, развития и гибели системы лежат противоречия: внешние — между системой и средой, внутренние — между элементами системы.

2.1. Рождение системы

В основе зарождения любой естественной системы лежит хаос. Первое упоминание хаоса находим в Библии: «Земля же была безвидна и пуста, и тьма над бездною, и Дух Божий носился над водою». В современной терминологии исходный хаос определяется как *неорганизованная среда*, в которую при зарождении системы привносятся (или возникают стихийно) элементы порядка и организации. Последующее развитие нового образования приводит к специализации отдельных элементов, появлению протосистемы, из которой уже вырастает система.

Характерная особенность неорганизованной среды, или хаоса, заключается в ее однородности (гомогенности), аморфности, устойчивости и почти нулевой информативности (информационные оценки состояния неорганизованной среды соответствуют максимуму энтропии). Это проявляется в слабой чувствительности среды к действию возмущений. Энергетические, информационные и продукционные внешние воздействия быстро затухают, не давая ощутимого эффекта. Например, болото быстро поглощает звук и не дает эха, а брошенный в него камень тонет, не вызывая даже волн. Другими словами, болото, как неорганизованная среда, характеризуется стабильными детерминированными оценками, которые ничего не дают для предвидения его развития. Лишь мощное вмешательство, например, мелиорационные работы, как было в Полесье, или отсыпка строительных площадок и сооружение коммуникаций (дорог, линий электропередач, трубопроводов), как было в Западной Сибири, могут изменить устойчивое состояние такого образования.

Состояние близкое к хаосу наблюдается в экономиках переходного периода. Явным признаком такого состояния является невосприимчивость экономики к воздействиям национальных органов управления. Как показал опыт России в 90-х годах прошло-

го века, требуются значительные ресурсы и немало времени, чтобы вывести экономику из хаотического состояния и направить ее в организованное русло. Для этого потребовалось реформировать почти все жизненно важные системы государства (законодательство, исполнительную власть, добывающие отрасли, транспорт, энергетику, образование, финансы и т.д.). Многие из них находятся в стадии реформирования до сих пор. В большинстве случаев реформирование государственных систем проводилось под патронатом международных организаций и с привлечением их финансовых ресурсов.

В наше время хаос политического характера можно усмотреть в потере политической активности населения, что приводит к срыву такого важного демократического мероприятия, как выборы. Избиратели теряют интерес к лозунгам, обещаниям, личностям и не идут на выборные участки. Это сильно подрывает легитимность представительной власти, поскольку в большинстве субъектов РФ народные представители избраны ничтожным числом голосов от общего числа избирателей. Снятие ограничений на явку избирателей по существу дискриминировало институт выборов. Теоретически любой кандидат на выборную должность может быть избран одним голосом. Попытка центристских фракций Государственной Думы доединороссовского периода повысить легитимность народных избранников путем принятия законопроекта, в котором предполагалось поднять планку прохождения кандидата в выборный орган до уровня 50% + 1 голос от числа избирателей в данном округе, встретила жесточайший отпор и даже расценивалась как покушение на демократию в России. Результаты всех выборов за последние годы показывают, что по такому закону в стране был бы избран только президент, а все выборные должности (депутатов Госдумы, государственных собраний субъектов Федерации и т.д.) были бы вакантны. Не исключено, что это обстоятельство было одной из причин отказа от прямого выбора глав регионов в конце 2004 г.

Требуются большие политические, экономические и информационные воздействия, чтобы пробудить внимание каждого к проблемам страны/региона и проявить личную заинтересованность в происходящем. События в Украине на выборах президента в 2004 г. ярко продемонстрировали один из путей активного и организованного воздействия на состояние избирательной среды. Он заключается в формировании организованных и сплоченных центров нового порядка в различных слоях общества, способных всколыхнуть последнее и направить его энергию в желательное русло.

Попытку комплексного преобразования среды можно усмотреть и в проекте Байкало-Амурской магистрали. Предполагалось, что мощный системообразующий фактор (железная дорога) изменит состояние огромной территории, богатой природными ресурсами. В этом примере кроется другой путь придания организованности первоначальному хаосу. В отличие от силового воздействия на всю среду (болото или электорат) в рамках этого пути предполагается нарушить состояние равновесия в локальных участках среды, где ввести порядок и организованность, что приведет к уменьшению энтропии. Процессы в этих локальных участках станут сильнее коррелировать с начальными условиями, а значит, возникнут предпосылки к прогнозированию событий и будущего состояния этих участков.

Динамические процессы информационной стабилизации сопровождаются уменьшением числа степеней свободы локализуемых участков (хаос характеризуется бесконечным числом степеней свободы), а следовательно, структурированием и организацией неорганизованной среды. Таким образом, равновесное состояние всей неорганизованной среды нарушается возникновением в ней некоторых упорядоченных элементов. Эти элементы также обладают устойчивостью, т.е. сохраняют равновесие, но уже локально. Такая устойчивость элементов возникла вследствие установившегося внутри них порядка.

После образования устойчивых структурных элементов начинаются их развитие и рост, что, в свою очередь, приводит к появлению у них новых функциональных качеств. У части элементов этот процесс будет сопровождаться потерей структурной устойчивости и саморазрушением. У другой части можно наблюдать увеличение жизнеспособности и структурное укрепление. Это означает, что эта (другая) часть элементов зарождающейся системы соответствует условиям существования.

На этапе формирования системы, когда еще не окрепли ее внутрисистемные связи, не установились обменные процессы, система наиболее подвержена деформациям. Даже небольшие изменения в свойствах элементов или переадресация сигналов могут существенно сказаться на всем облике системы. В силу случайности характера развития элементы системы приобретают специфические особенности по переработке вещества, энергии, информации и знаний. Это означает, что на этапе становления системы идет стихийная специализация ее элементов и растет их разнообразие.

Накопление новых свойств И.Р. Пригожин* связывает с *бифуркациями*. Бифуркация характеризуется возникновением качественно отличного поведения элемента системы при количественном изменении его параметров. Предполагается, что в момент бифуркации абсолютно исключается возможность прогнозирования новообретаемых свойств. Поэтому элемент системы перерождается в чисто случайном направлении, придавая тем самым новое качество своей системе или приводя к возникновению новой системы. Затем начинается детерминированный этап развития, когда новое образование растет и эволюционирует. При этом закрепляются приобретенные качества и готовится новая бифуркация.

Фаза бифуркации является очень ответственной для развития системы. Изучению бифуркационных процессов посвящена теория катастроф. Она описывает скачкообразные изменения в динамике системы при вариациях коэффициентов ее математической модели. Эти процессы чрезвычайно сложны, поэтому в действительности теория катастроф оперирует лишь весьма простыми моделями.

В повседневной жизни бифуркацию можно сравнить с состоянием кризиса, когда достаточно малейшего толчка, чтобы круто изменить ход дальнейших событий. Такие кризисы переживает человек во время тяжелой болезни, когда истончается перегородка между жизнью и смертью и малейшее внешнее воздействие может вызвать необратимые изменения в организме, ведущие к выздоровлению или гибели человека. Финансовые кризисы также являются следствием бифуркации. В частности, кризис 1998 г. был вызван нарушением равновесия отечественной экономики вследствие непомерного роста государственных заимствований на внутреннем и внешнем финансовых рынках. В отличие от него начавшийся в конце 2008 г. новейший кризис имеет культурную природу. Он вызван потерей доверия людей и хозяйствующих субъектов друг к другу и к власти.

Однако бифуркацию нельзя связывать только с кризисом в его негативной трактовке. Бифуркация — это перерождение системы и, конечно, она может привести к появлению новых позитивных качеств.

2.2. Развитие системы

Развитие и закрепление специализированных свойств элементов увеличивает вероятность установления связей между ними в инте-

* И.Р. Пригожин — лауреат Нобелевской премии. Исследовал процессы возникновения систем на микроуровне. Первопричиной появления нового в микромире, по его утверждению, является появление необратимых процессов вследствие неустойчивости динамических систем.

рессах дальнейшего роста и повышения устойчивости образующихся структур. Другими словами, проявляется тенденция к усложнению, но не путем расширения спектра свойств одного элемента, а путем привлечения и включения в систему других элементов, уже наделенных требуемыми свойствами.

Это очень наглядно демонстрируют процессы слияний/поглощений в экономической сфере. Для выхода на новые рынки, расширения сферы своего влияния, увеличения разнообразия выпускаемой продукции и/или оказываемых услуг крупные корпорации присоединяют (иногда добровольно, а чаще принудительно) небольшие самостоятельные фирмы, предприятия и компании. Это позволяет резко увеличить капитализацию корпорации, упрочить ее конкурентные позиции на рынке и повысить жизнеспособность всей корпоративной системы, по крайней мере в ближайшей перспективе.

Например, коммерческий банк, успешно работающий на рынке корпоративных и розничных услуг, решил диверсифицировать свою деятельность и развивать страховой бизнес. Вместо того, чтобы ставить этот бизнес «с нуля», банк предпочтет найти самостоятельную страховую компанию с необходимыми лицензиями, сольется с ней или поглотит (присоединит) ее. При этом в зависимости от настроения владельцев и менеджеров страховой компании такое слияние/поглощение может быть как дружественным, так и недружественным. В первом случае активы страховой компании выкупаются в полном объеме с согласия ее акционеров, а во втором скупка акций (долей, паев) осуществляется через подставных лиц, в целях приобретения контрольного пакета акций компании и последующей замены ее несговорчивых менеджеров.

Объединение элементов в систему и ее устойчивое функционирование вовсе не свидетельствуют о ее рациональности. Очень часто рождается некоторый монстр, способный к жизнедеятельности, но чрезмерно избыточный. Избыточность может быть и полезна, если она обеспечивает повышение надежности работы системы. Но может и свидетельствовать о наличии рудиментных, паразитных образований, без которых система с успехом может обойтись. Из этого затруднения единственный выход: глубоко изучить процесс функционирования системы, ее сильные и слабые стороны, а затем начать бесконечную процедуру совершенствования.

Именно на это направлены значительные усилия владельцев и менеджеров всех предприятий, компаний и корпораций. Опираясь на достижения экономической науки, они постоянно совершенствуют организационную и технологическую структуру своих производств, а также состав и содержание систем выработки и реализа-

ции управленческих решений. Особенно актуальным для хозяйствующего субъекта является повышение эффективности собственной системы управления. Это обусловлено тем, что в сравнительно равных технических и технологических условиях добиться конкурентных преимуществ можно только при надлежащей организации производства и рациональном использовании имеющихся ресурсов, что обеспечивается высокой организацией системы управления.

На этом этапе жизненного цикла системы можно говорить о ее самоорганизации. *Самоорганизация* — это процесс настройки системы или ее адаптация к условиям функционирования. Представляется, что самоорганизация системы сопровождается достижением минимума ее обобщенных энергетических и информационных характеристик. Первое сигнализирует об устойчивости нового образования, а второе свидетельствует об информационной упорядоченности связей в системе.

Адаптационные возможности экономических систем определяются через характеристику гибкости. Гибкость измеряется числом степеней свободы или числом направлений, в пределах которых может функционировать и/или развиваться экономическая система. В свою очередь, любое направление (функция) экономической системы связывается с выпуском определенной продукции или оказанием определенного вида услуг, а ее развитие прежде всего означает расширение спектра выполняемых функций.

Для обеспечения каждой степени свободы требуется выполнение определенных условий, среди которых выделяют необходимые и достаточные.

Наличие платежеспособного спроса на определенную продукцию/услугу является *необходимым условием* обеспечения степени свободы, связанной с функцией ее выпуска/оказания. *Достаточные условия* — определяются технологическими и ресурсными возможностями системы. Это означает, что для выпуска определенного вида продукции/услуги экономическая система должна располагать ноу-хау и разрешительными документами, необходимым технологическим оборудованием и обученным производственно-техническим персоналом для его эксплуатации, иметь доступ к источникам сырья/комплектующих и финансовые ресурсы для их приобретения.

Таким образом, каждая степень свободы экономической системы характеризуется логическим вектором *С* (платежеспособный спрос, ноу-хау, технологическое оборудование, кадры, сырьевые ресурсы, финансовые ресурсы), и для ее обеспечения все элементы этого вектора должны принять истинные, т.е. утвердительные, значения. Если хоть один элемент вектора *С* имеет ложное значение,

обозначающее невыполнение какого-либо условия, то ассоциируемая с данной функцией выпуска степень свободы отсутствует. Это означает, что система не может продуцировать данный вид продукции или оказывать данный вид услуг и такое состояние системы будет сохраняться до тех пор, пока не будут устранены существующие препятствия и выполнены все условия обеспечения нужной степени свободы.

Отсюда следует, что для достижения высокой самоорганизации экономической системе необходимо в первую очередь задействовать те ее степени свободы, которые характеризуются высоким платежеспособным спросом и низкой стоимостью ресурсно-технологического обеспечения. Разумеется, что такая самоорганизация немыслима без надежного и эффективного управления. А поскольку управление представляет собой информационный процесс, то минимум информационных характеристик экономической системы следует связывать с построением рациональной организационной структуры управления. Однако эти вопросы являются предметом другого раздела данного учебника.

2.3. Гибель системы

Системы смертны. У них только нет предельного возраста. Системы могут жить очень долго, совершенствуясь и адаптируясь к условиям внешней среды. Тем не менее в определенный момент начинается закат системы, завершающийся ее гибелью. Системные аналитики различают три основные причины гибели системы:

- нарушение устойчивости функционирования;
- нарушение обращения вещества, энергии или информации по каналам связи между элементами системы;
- истощение ресурсов.

Коротко остановимся на существовании этих причин. Для этого понадобится ввести два новых и тесно связанных понятия: устойчивость и равновесие.

Устойчивость системы увязывают с ее способностью противостоять внешним воздействиям. Степень устойчивости системы зависит от многих факторов: от числа и разнообразия элементов, от характера и силы связей между ними, от направленности и значительности внешних воздействий и многого другого. Большинство окружающих нас систем, несмотря на свою сложность, оказываются поразительно устойчивыми. Например, в странах с развитой демократией к власти приходят разные политические партии, но при этом система правления остается неизменной. В семьях бывают

споры, ссоры и даже потасовки, но они из-за этого не обязательно распадаются. Предприятие функционирует, несмотря на разногласия, существующие между его подразделениями. Человек сохраняет общую работоспособность при неудовлетворительном состоянии его отдельных органов и т.д. Если в перечисленных примерах устраним устойчивость, то любая политическая партия, воплощая в жизнь свою политическую программу, может привести к разрушению демократическую систему правления государством, любая размолвка с близким человеком может закончиться разрывом семейных уз, существующие разногласия в трудовом коллективе приведут к нарушению нормального режима функционирования предприятия, а человек при серьезном заболевании вынужден будет прекратить работу и может остаться без средств к существованию. Таким образом, устойчивость системы очень важна, но за нее приходится платить дорогой ценой: сопротивлением к переменам, которое может иметь как положительное (сохранение системы), так и отрицательное (сопротивление внедрению новшеств) значения.

Равновесие системы ассоциируется с процессом ее нормального стабильного функционирования в динамично меняющихся условиях внешней среды, когда возмущения среды уравниваются адаптационными свойствами системы. Чтобы проверить устойчивость равновесного состояния, следует придать системе некоторое малое отклонение (если устойчивость системы проверяется на модели, в нее привносят виртуальную вариацию, или возмущение). Тогда при возвращении системы в прежнее или близкое к нему состояние можно говорить о ее устойчивости. В противном случае мы имеем дело с неустойчивой системой.

Потеря устойчивости системы может произойти из-за *изменения ее параметров*, повлекшего за собой бифуркацию, либо из-за наличия непредусмотренных при создании системы внешних воздействий, либо, наконец, из-за нарушения связей в системе, вызвавших изменение ее структуры. В последнем случае говорят о структурной неустойчивости системы. Нарушение устойчивости систем часто приводит к драматическим последствиям: распадаются империи, рушатся здания, тонут суда, разрушаются семьи, прекращают свое существование коллективы. Потеря устойчивости наиболее распространенная причина гибели систем.

Вторая группа причин разрушения систем связана с *нарушениями обращения материальных субстанций* (энергии, информации и вещества) по каналам связи между элементами системы. И причин этому несколько. Первое, что можно назвать — это деформация самих каналов: их разрушение или снижение пропускной способ-

ности. Второе — это искажения, возникающие или привносимые при транспортировке субстанции по каналам связи. Третье — это переполнение каналов и их закупорка при избытке поступающей субстанции в магистрали.

По каждой из перечисленных причин можно было бы привести ряд примеров, и каждый читатель с большим или меньшим успехом сделает это самостоятельно. Однако на одном моменте все-таки хотелось бы сфокусировать внимание. Во всех революционных программах первоочередными задачами значатся овладение вокзалами, почтой, телеграфом, терминалами и другими объектами коммуникационной инфраструктуры как средствами коммуникации и информации.

Гибель систем по причине *истощения ресурсов* — самое прозаичное и распространенное явление. Так, без воды и пищи гибнут живые организмы; с окончанием выработки полезных ископаемых прекращают свое существование горнорудные предприятия и обогачительные фабрики; потеряв своих спонсоров, канут в лету политические партии, творческие группы и другие формирующиеся под конкретные проекты объединения людей. В мировом масштабе экономическая блокада неудобных режимов и государств является довольно эффективным средством их подталкивания к проведению целенаправленных реформ и преобразований.

2.4. Причины и специфика гибели экономических систем

Экономические системы имеют свое начало и свой конец. Любой из нас может привести массу примеров взлетов и падений семейных династий, известных корпораций и национальных экономик. Возникает вопрос: какие же силы приближают процветающие образования к краху?

Как утверждают многие представители экономической науки, исследующие жизненные циклы различных экономических образований, к закату и последующей гибели экономические системы приводят те же силы, которые в недалеком прошлом обеспечивали им конкурентное преимущество. Дело в том, что в постоянно меняющемся мире существуют тенденции, которые со временем трансформируют успех в его противоположность. Известный американский ученый Джамшид Гараедаги выделяет пять основных тенденций, подрывающих конкурентное преимущество успешно функционирующей экономической системы: имитацию, инерцию, оптимизацию отдельных частей, изменение правил конкуренции и

сдвиг парадигмы [16]. Они образуют единое целое со строгой иерархией уровней (рис. 2.1), где одни тенденции создают условия для других, и совместно с течением времени сводят на нет достигнутые в недалеком прошлом конкурентные преимущества экономической системы.

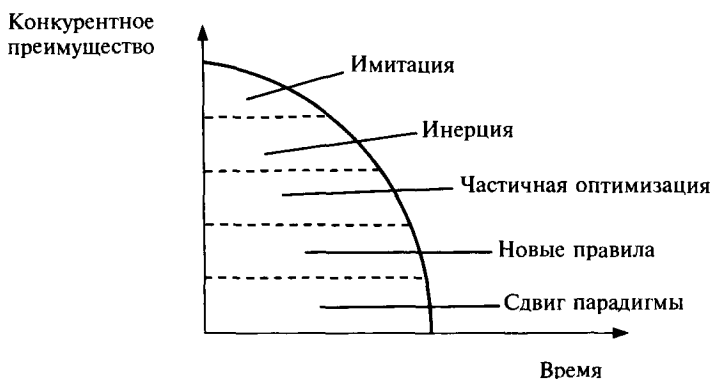


Рис. 2.1. Иерархия тенденций, подрывающих конкурентные преимущества экономической системы

Имитация. Достижения в информационно-коммукационных технологиях и обратной инженерии (создание аналога изделия путем разбора образца и воспроизведения его элементов) привели к тому, что успешные отличия очень быстро начинают копировать. Каждое технологическое отличие, составляющее основу конкурентного преимущества, не успев появиться, сразу становится объектом охоты потенциальных подражателей, способных быстро изучить, скопировать и воспроизвести ноу-хау. Со временем исключения становятся нормой и теряют свое преимущество. В деле имитации особо преуспели страны с отлаженными бизнес-процессами, в частности Китай и страны Юго-Восточной Азии.

Инерция. Чем большего процветания система добивается благодаря определенной технологии, тем выше ее сопротивление любым изменениям. Практика показывает, что вероятность неадекватной реакции экономической системы на ключевые научно-технические открытия прямо пропорциональна степени успеха, достигнутого путем использования ведущей до этого момента технологии. Таким образом, инерция замедляет реагирование на важные достижения технологической науки. А когда в конце концов система все-таки принимает решение внести небольшие правки в свою базовую тех-

нологию, то это лишь приближает ее фиаско на рынке. Мелкие разрозненные коррективы ведут к увеличению стоимости производства, снижению качества продукции и усугубляют положение задержавшейся на старте системы.

Оптимизация отдельных частей системы. Гиперболизация отдельных сильных сторон экономической системы и стремление выжать из них все возможное для дальнейшего успеха лежит в основе третьей тенденции, подрывающей конкурентное преимущество. Монолитная культура постоянно уменьшает и без того ограниченные возможности выбора и оставляет узкий путь к успеху. Усердствуя в частности, система может упустить из виду важную стратегическую инициативу и в конечном итоге проиграть в конкурентной борьбе. Когда успех чрезмерно эксплуатируется, он искажает сущность найденного удачного решения и снижает его эффективность. В конце концов стремление к предельному усилению плюса превращает его в разрушительный минус.

Изменение правил конкуренции. Целенаправленно работая над решением важной системной проблемы, необходимо морально готовиться к последствиям ее успешного решения. Ликвидация проблемы может породить абсолютно новый круг задач, который сместит акценты в деятельности экономической системы. Другими словами, успех в решении проблемы может привести к изменению правил конкурентной борьбы. Так, удачно внедрив промышленный конвейер, Генри Форд фактически устранил проблему производства, и некогда уникальная способность к большим объемам производства утратила свое преимущество из-за повсеместной имитации. Это событие изменило природу конкурентной борьбы. На смену знакомой производственной задаче — как больше произвести — пришла совершенно незнакомая рыночная задача — где и как продать произведенную продукцию. Аналогичная ситуация сейчас наметилась на рынке информатизации и интеллектуализации производства. Конкурентное преимущество все больше смещается от получения доступа к информации в сторону генерирования знаний на основе этой информации и быстрого их воплощения в новой продукции и услугах. Следовательно, чтобы не утратить конкурентное преимущество с решением масштабной организационно-производственной проблемы, необходимо быть готовым к изменению правил конкурентной борьбы.

Сдвиг парадигмы. Суммарный эффект от имитации, инерции, частичной оптимизации и изменения правил конкурентной борьбы составляет сущность пятой тенденции, подрывающей конкурентное преимущество. Сдвиг парадигмы ассоциируется со сменой системы

понятий, ценностей и целей. Он может произойти целенаправленно и преднамеренно в ходе активного процесса приобретения новых знаний и отказа от устаревших концепций, или неожиданно, как реакция на разочарование, возникшее в результате ряда событий, которые опровергают традиционный образ мыслей. В действительности чаще встречается второй вариант. Столкнувшись с противоречиями, игнорировать или отрицать которые уже невозможно, люди приходят к выводу, что существующая система понятий утратила свою состоятельность и исчерпала свой потенциал. Начинается мучительная борьба, в результате которой происходит переосмысление ключевых понятий и формирование новой ментальной модели данного фрагмента мироздания.

В приложении 3 приведено обоснование необходимости и возможные направления изменения парадигмы современного менеджмента.

2.5. Противоречия в системе

Получив представление о механизме возникновения, жизни и гибели систем, обратимся к анализу причин их становления и развития. И тут не обойтись без философии, которая гласит, что «...противоречие есть корень всякого движения и жизненности» (Гегель), или «... без антагонизма нет прогресса» (Маркс). Диалектика рисует ясный механизм рождения нового как результат взаимодействия противоречий. Любое из несовпадений* на качественном уровне может вылиться в зародыш нового, еще не присущего системе. В процессе развития системы несовпадения углубляются и, наконец, превращаются в некоторую несовместимость, вначале распространяющуюся на определенную область системы, а затем, в случае успешных трансформаций, приобретающую законченность формы на элементарном, структурном и организационном уровнях.

Организуясь как самостоятельное, это образование несет в себе категорию отрицания, что и проявляется в его локализации. Но коль скоро новое образование вырастает внутри системы, а в предыстории являлось ее частью, здесь налицо органическое единство нового образования и старой системы. Старая система переродилась, так как выделила из себя нечто новое и в течение этого акта взаимодействовала с ним. Новое образование приобрело закончен-

* По степени несовпадения (амбивалентности) отношения между элементами системы, или отношения системы и ее внешнего окружения категоризируются на тождество, различие, противоположность или противоречие.

ную форму и самостоятельность. Последнее и составляет сущность закона «отрицания отрицания».

Любая экономическая система, развиваясь и совершенствуясь, попутно порождает множество новых систем. Они, как правило, вырастают на базе отдельных подразделений системы, которые со временем приобретают самостоятельность. Так, в процессе развития отдельные факультеты классических университетов, отдаляясь, превращались в самостоятельные вузы. Именно таким образом сформировались 1-й Московский медицинский институт, Московский физико-технологический институт, Московский государственный институт международных отношений и множество других учебных заведений страны. Аналогичная картина наблюдается в производственной сфере. Со временем отдельные цеха огромного предприятия могут трансформироваться в самостоятельные заводы, фабрики и сервисные организации. В нормально функционирующей экономике вокруг любой корпорации всегда образуется и успешно функционирует огромное количество малых и средних предприятий, многие из которых были элементами ее организационной структуры в прошлом.

Противоречия как источник развития порождают мысль: нельзя ли форсировать развитие и прогресс системы путем целенаправленной организации ее внутренних и внешних противоречий? Оказывается, что нельзя, так как нет гарантий, что искусственные противоречия приведут к чему-то новому. Более того, субъективность этого акта почти исключает его естественность для системы, а значит, весьма малы надежды, что он будет служить источником прогресса.

В философии принято делить противоречия на антагонистические и неантагонистические. Под первыми понимают непреодолимые противоречия, которые могут разрешиться только кризисом. В теории систем понятие «противоречие» заменяют понятием «конфликт». Конфликт есть частный случай взаимодействия динамических систем, класс отношений которых весьма широк: единство, содружество, содействие, симбиоз и конфликт.

Типы благожелательного взаимодействия различаются широким диапазоном построения отношений, зависящих от степени совпадения целей и готовности субъектов привлекать собственные ресурсы для их достижения. Неантагонистические противоречия преодолеваются путем компромисса, условия которого опять-таки определяются перечисленными выше факторами. Непреодолимые расхождения разрешаются непосредственно путем конфликта. Здесь речь

идет об уничтожении противной стороны или нанесении ей максимального ущерба*.

Наиболее эффективным способом разрушения противостоящей системы является ее дестабилизация, т.е. целенаправленное отрицательное воздействие на устойчивость системы. В неустойчивом состоянии нельзя прогнозировать динамику процессов. Система становится неуправляемой. Ее состояние не поддается измерениям и, следовательно, отсутствует требуемое позиционирование системы во времени и пространстве. В конечном итоге система разрушается путем потери целостности.

Резюме

Рассмотренный жизненный цикл системы является общим для систем. Представляется, что именно так происходит зарождение экономических образований и политических партий, литературных произведений и технических проектов. Во всех случаях в среде возникает или привносится в нее один или несколько центров структуризации, которые в своем развитии приводят к появлению системы. Последующие этапы жизненного цикла (развитие и гибель) могут сильно различаться для различных систем, но их смысловое наполнение остается неизменным.

Контрольные вопросы

1. Что составляет методологическую основу системного анализа процесса зарождения системы?
2. Назовите характерные особенности неорганизованной среды.
3. Приведите пример неорганизованной среды в природе и обществе.
4. Являются ли «хаос» и «неорганизованная среда» эквивалентными понятиями?
5. Каким числом степеней свободы характеризуется хаос?
6. Назовите причины нарушения равновесного состояния неорганизованной среды.
7. Как осуществляется специализация элементов формирующейся системы?
8. Дайте определение бифуркации.
9. Что изучает теория катастроф?

* Интересно, что в социальной психологии принято выделять три способа разрешения конфликта: изоляцию (запрещается соприкосновение враждующих сторон), компромисс (наиболее конструктивный и экономичный способ разрешения противоречий) и элиминацию (устранение или уничтожение противника).

10. Как называют бифуркацию, возникающую в живом организме?
11. В чем заключается развитие системы?
12. Эквивалентны ли понятия «жизнь» и «развитие» системы?
13. Попробуйте системно интерпретировать процессы слияния/поглощения хозяйствующих субъектов.
14. В чем заключается самоорганизация системы?
15. Эквивалентны ли понятия «адаптация системы» и «самоорганизация системы»?
16. Отрадите специфику понятия «степень свободы» в классе экономических систем. Приведите его строгое математическое определение.
17. Как с повышением самоорганизации экономической системы изменяются ее системные характеристики?
18. Приведите наглядные примеры зарождения новых экономических систем в окружающем вас мире.
19. Существует ли предельный возраст экономических систем?
20. Назовите основные причины гибели системы.
21. В чем заключается устойчивость функционирования системы?
22. Приведите наиболее вероятные варианты деформации каналов связи между элементами системы.
23. Перечислите и поясните тенденции, которые со временем трансформируют успех экономической системы в тормоз ее развития.
24. Приведите примеры гибели экономических систем, вызванной имитацией ее продукции/услуг другими производителями.
25. В чем заключается сущность инерционного развития экономической системы? Как оно сказывается на судьбе системы?
26. Приведите пример разрушения экономической системы, вызванного ее частичной оптимизацией.
27. Как влияет изменение правил конкуренции на жизненный цикл экономической системы?
28. В чем заключается сущность сдвига парадигмы систем экономического класса?
29. Упорядочите в порядке убывания амбивалентности следующие понятия: различие, противоположность, противоречие, тождество.
30. В чем состоит источник развития системы?
31. Приведите системную интерпретацию философского закона «отрицания отрицания».
32. Упорядочите в порядке возрастания степени взаимодействия систем следующие понятия: содействие, конфликт, содружество, симбиоз, единство.
33. Как разрешаются антагонистические противоречия между системами?

34. Приведите наиболее действенные способы разрушения системы.
35. Как разрешаются неантагонистические противоречия между системами и между элементами внутри системы?
36. Нельзя ли искусственно форсировать развитие системы?

Темы рефератов и эссе

- Энтропийность экономических систем.
- Системный сценарий третьей мировой войны (для компьютерной игры).
- Этногенез по Гумилеву.
- Слияния/поглощения как процессы образования новых систем.
- Проблемы обеспечения гибкости экономических систем.

глава 3. Определение системы

Говоря о системности человеческой деятельности, мышления и знаний, мы до сих пор не дали строго определения системы. В этой главе постараемся восполнить этот пробел.

3.1. Система как философская категория

Первоначально системная наука развивалась в рамках отдельных прикладных научных дисциплин, относящихся к разным сторонам жизнедеятельности человека. Так, задачи военного характера с применением методов оптимизации, математической статистики и математического программирования решались в рамках дисциплины «Исследование операций», задачи моделирования и проектирования больших технических систем решались в рамках дисциплины «Системотехника», задачи организационного управления экономическими, экологическими и социальными системами решались в рамках дисциплины «Кибернетика» и т.д. В каждой из этих дисциплин существовало свое определение «системы», и во многих случаях не одно. В результате к настоящему времени имеется множество определений понятия «система», каждое из которых справедливо для исследуемой предметной области с точностью до заданных условий. Коротко остановимся на некоторых из них.

Определение 1. Система — это совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой, образующих определенное единство.

К сожалению, это определение не имеет ограничений, так как причинно-следственными связями охвачены практически все объекты реального мира. Следовательно, под такое определение системы подпадает чрезвычайно широкий круг предметов, образований, процессов и явлений.

Определение 2. Система есть особая организация специализированных элементов, объединенных в единое целое для решения конкретной задачи.

Это определение уже строже, поскольку круг элементов системы ограничивается только такими, которые как-то участвуют в решении конкретной задачи. Из его содержания следует, что из окружающей среды отбираются те объекты, свойства которых можно использовать для достижения цели и, объединяя их надлежащим образом, получить систему, предназначенную для решения поставленной задачи.

Например, для мгновенной передачи зрительной информации в звуковом сопровождении на большие расстояния для значительной аудитории служит система телевидения; для выпечки хлеба в заданном ассортименте для населения некоторого ограниченного региона строится пекарня; для экономического развития государства и обеспечения эффективного взаимодействия его хозяйствующих субъектов формируется финансово-кредитная система; для хронометража и фиксации времени в любой произвольный момент используются часы; для перемещения большого числа людей в пределах города служит система городского транспорта.

Согласно этому определению, система служит средством достижения цели. Однако и оно (определение) носит ограниченный характер. Во-первых, такое определение справедливо только для искусственных систем. Во-вторых, оно не указывает на связь системы со средой. Среда же является не только праматерью системы, в ее окружении существует и функционирует система, испытывая на себе воздействия среды и оказывая на нее влияние. Например, система городского транспорта испытывает на себе конкуренцию со стороны частных и сама, в свою очередь, затрудняет езду автолюбителей.

Определение 3. Система есть сущность, которая в результате взаимодействия ее частей может поддерживать свое существование и функционировать как единое целое.

Это определение строже и глубже обоих предыдущих. Оно одновременно акцентирует внимание на трех моментах:

- на целостности системы, которая самостоятельно поддерживает свое существование и функционирование;
- на источнике или первопричине этой целостности как результате взаимодействия ее частей, особенно предполагающем органичный характер системы, отрицающий редукционизм, т.е. представление о целом как о сумме составляющих его частей;
- на связях между частями, обеспечивающих устойчивость (существование и функционирование) системы.

Однако, несмотря на строгость и глубину этого определения, в нем интуитивно улавливается чисто материалистическая основа, а следовательно, и серьезная ограниченность. Оно не охватывает духовных систем, которые не в состоянии самостоятельно поддерживать свое существование. Об этом должны позаботиться другие системы (человек, партия, религиозная община и т.п.), которые имеют материальную основу.

Известно еще несколько десятков определений системы, которые в большей или меньшей степени довольно точно фиксируют ее отдельные характеристики, но не нашли однозначного признания научной общественностью. Таким образом, на сегодня теория систем остается без общепринятого определения своего объекта.

Отсутствие строгого определения системы объясняется чрезвычайной общностью этого понятия, для которого трудно подобрать адекватную формулировку. Поэтому нам ничего не остается, как поднять понятие «система» до уровня философской категории и таким образом заполнить имеющийся пробел.

Философские категории в отличие от естественно-научных понятий зачастую не описываются однозначными определениями (например, время и пространство, качество и количество), а выражаются через другие понятия, характеризуются их отношением к материи и духу, или раскрываются через описание характерных свойств.

Определение 4. Система — это философская категория, характеризующая организацию материи и духовного мира.

Попытаемся раскрыть это определение через описание основных характерных свойств системы.

Как уже отмечалось, любая система находится в окружающей среде и существует благодаря взаимодействию с ней. Часто система создается только для того, чтобы изменить свойства окружающей среды (например, система мелиорации для осушения болот). По этой причине *взаимосвязь* среды и системы следует считать одним из основных свойств последней, в значительной степени определяющей ее внутренние характеристики. То есть система взаимодействует со средой посредством обмена энергии, материи, информации и знаний. По степени (интенсивности) взаимодействия системы с внешней средой ее относят либо к классу открытых, либо к классу закрытых систем, что часто является очень условным.

Открытость системы означает, что ее отдельные элементы связаны с окружающей средой. Однако эти связи в каком-то отношении слабее, чем внутренние связи, определяющие структуру системы. Абсолютно закрытых (замкнутых) систем человечество не знает, поскольку, не взаимодействуя с внешней средой, они не дают возможности обнаружить себя. То есть нет опыта, в котором бы проявилось существование такой системы. Наиболее близки классу закрытых систем так называемые черные дыры в астрономии. Это сверхплотные космические объекты (звезды), в которых гравитация настолько сильна, что не выпускает даже светового излучения. Как раз по их отсутствию «черные дыры» дали возможность астрономам

обнаружить себя. В экономике наиболее близкими к классу закрытых систем являются натуральные хозяйства.

Тем не менее, современную экономику образуют преимущественно открытые системы. Их так много и они так многообразно взаимодействуют между собой, что трудно определить, где заканчивается одна система и начинается другая. Со временем аналитики нашли действенный способ решения этой проблемы. Он заключается в том, что все множество элементов, связей и параметров исследуемого фрагмента экономической сферы можно разделить на две категории: то, чем можно управлять, и то, чем управлять невозможно. Стало быть, система состоит из взаимодействующих элементов (переменных параметров и связей), которыми ее участники могут управлять. Понятие «внешняя среда» включает в себя все элементы (переменные параметры и связи), воздействующие на поведение системы, но не поддающиеся контролю. Таким образом, граница системы устанавливается исходя из интересов и уровня полномочий (возможностей) ее участников.

Позже было обнаружено, что поведение переменных параметров во внешней среде можно прогнозировать. Существует закономерность: чем хуже переменный параметр поддается управлению, тем легче предсказать его поведение. Следовательно, для упрощения открытых систем необходимо прогнозировать будущее и готовиться к нему. Прогнозирование внешней среды и подготовка к будущим изменениям на многие годы стали доминирующим направлением менеджмента. Его основным инструментом были эконометрические модели.

Но некоторое время спустя все чаще и чаще модельные прогнозы оказывались неверными. Углубленное исследование причин такой ситуации позволило обнаружить совершенно новую категорию переменных, упущенных из виду ранее. Оказалось, существуют параметры, поддающиеся нашему влиянию. В данном случае влияние следует рассматривать как действие, способствующее достижению результата. В отличие от управления, которое представляет собой действие, необходимое и достаточное для получения намеченного результата, влияние в лучшем случае может обеспечить только необходимые для этого условия.

Открытие параметров, подверженных влиянию, очень логично объясняет снижение эффективности эконометрических моделей прогнозирования. По мере углубления и расширения наших знаний об окружающей среде возрастает и наша способность влиять на те параметры, управлять которыми нет возможности. А чем лучше нам удастся воздействовать на переменную, тем хуже у нас получается

прогнозирование ее поведения, поскольку изначально не предполагалось такое целенаправленное влияние. Например, клиенты всегда были предсказуемыми. Сейчас все легче оказывать на них влияние (через рекламу, средства массовой информации, коммуникационные сети), но все труднее прогнозировать их поведение.

Таким образом, категория *параметров влияния* образует новую зону: транзакционную среду, имеющую огромное значение для понимания поведения открытой целеустремленной системы (рис. 3.1). Как видно, транзакционная среда включает в себя всех участников ближайшего окружения системы: клиентов, поставщиков, владельцев, акционеров и вышестоящее начальство. Ныне координирование системы все больше сводится к руководству ее транзакционной средой, т.е. управлению «из центра — вверх — вниз». Такой механизм координации еще называют *лидерством*. Другими словами, лидерство можно определить, как способность влиять на тех, кем мы не умеем управлять.

Несмотря на свою открытость, а следовательно, на подверженность влиянию, открытые системы очень ревниво оберегают свои индивидуальные особенности. На биологическом уровне они достигают устойчивости с помощью *генетического кодирования*, в экономических системах аналогичную функцию обеспечивает *культурное кодирование*, т.е. неписанные законы, лежащие в основе нашей коллективной памяти. Таким образом, культурный код можно считать социальным эквивалентом биологической ДНК. Когда система предоставлена сама себе, ее внутренние коды действуют как организующие принципы, воспроизводящие существующий порядок без каких-либо отклонений.

Чтобы оказывать влияние на субъекты транзакционной среды, необходимо понимать, почему они действуют именно так, а не иначе. В отличие от информации и знания, которые отвечают на вопросы «что?» и «как?», понимание дает ответ на вопрос «почему?» (рис. 3.2).

Если раньше информация о клиентах обеспечивала конкурентное преимущество, то сегодня для удержания конкурентной позиции необходимо передвинуться на уровень знания и установить, как клиенты принимают свои решения, а завтра — потребуется подняться на уровень понимания и осознать, почему клиенты действуют именно так, а не иначе.

Другим кардинальным свойством системы является ее *целостность*. Под целостностью понимают внутреннее единство системы и принципиальную несводимость свойств системы к сумме свойств составляющих ее элементов, и наоборот. Более того, при объедине-

нии элементов в систему возникают новые свойства, которыми не наделен ни один элемент в отдельности.

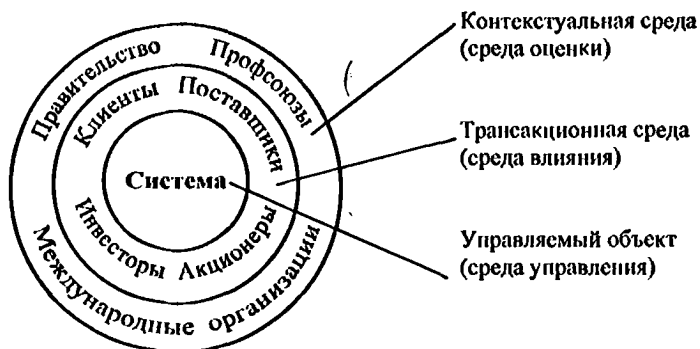


Рис. 3.1. Стратификация управления открытой системой

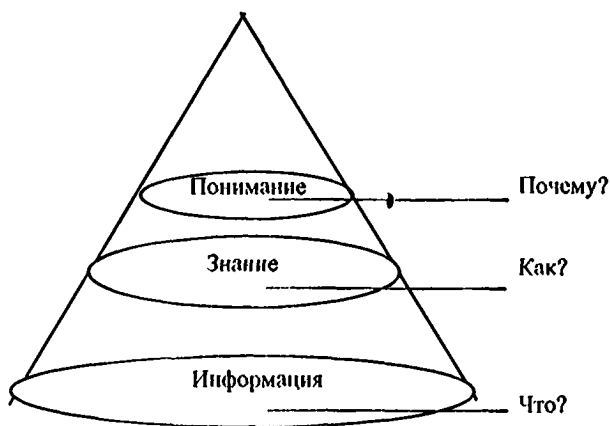


Рис. 3.2. Иерархия уровней познания системы

Возникновение принципиально нового свойства, не существующего без объединения элементов системы, называется *эмерджентностью**.

* От англ. emerge — возникать, появляться.

Таким образом, системы наделены эмерджентными свойствами, которых нет ни у одной из их частей. Эти свойства проявляются только в целостной системе. Это означает, что, разделив систему на части, мы никогда не обнаружим ее существенных свойств. Единственная возможность обнаружить и идентифицировать их сводится к тому, чтобы «заставить» систему функционировать.

Замечательная особенность эмерджентных свойств состоит в том, что для их использования нет нужды понимать, как именно система обеспечивает их появление. Так, не нужно быть профессиональным электриком, чтобы включить свет в комнате, можно играть в компьютерные игры, не имея ни малейшего представления об их программном обеспечении, можно осуществить денежный перевод приятелю на другой конец света, даже не догадываясь, как функционирует мировая финансовая система, можно водить автомобиль, абсолютно не задумываясь над тем, почему он движется.

Когда по каким-то причинам нарушается целостность системы (отсутствует напряжение в электрической сети, игровая компьютерная программа поражена вирусом, между банками различных стран отсутствуют корреспондентские отношения или заканчивается бензин в баке автомобиля), то система выходит из строя. Тогда мы имеем прекрасную возможность убедиться, что упрощенческий подход, основанный на сведении целого к простой сумме его составляющих (редукционизм), не приводит к успеху. У поломанного автомобиля все части на месте, но так как они не могут слаженно работать, то это уже не автомобиль-система, а автомобиль-металлолом.

Понятие «эмерджентность» проясняет разницу между внешними и внутренними связями системы. Свойство системы как целого проявляется в ее взаимодействии с окружающей средой и реализуется через внешние связи как функция системы. В то же время это свойство возникает и существует только благодаря взаимодействию элементов системы, которое проявляется через внутренние связи системы.

Такого рода свойство является продуктом взаимодействия частей системы, а следовательно, его можно выделить в качестве системной характеристики. Эмерджентные свойства не поддаются восприятию, аналитическому объяснению их причинности и непосредственному измерению. Можно измерять лишь их проявление. Успех, неудача, счастье, любовь, жизнь — все это эмерджентные свойства системы «человек», для которых отсутствуют измерительные единицы и шкалы.

Поскольку эмерджентное свойство является результатом взаимодействия, а взаимодействие представляет собой динамичный

процесс, то нетрудно догадаться, что это свойство должно воспроизводиться непрерывно. Другими словами, непрерывное воспроизводство эмерджентного свойства является необходимым условием его существования. Если генерирующие его процессы прекращаются, перестают существовать и сами явления. Их невозможно сохранить для будущего пользования. Жизнь, любовь, счастье и успех могут существовать в данный момент, а через мгновение — исчезнуть. Отсюда вывод: если эмерджентное свойство это спонтанный результат непрерывных процессов, то для его понимания необходимо осмыслить процессы, участвующие в его появлении. Так, Дж. Гараедаги утверждает, что успех организации является результатом взаимодействия пяти основных процессов: производственного, принятия решений, обучающегося управления, интеграции сотрудников и разрешения конфликтов.

Для поддержания целостности системы в условиях изменяющейся внешней среды и внутренних трансформаций требуется особая организация системы, обеспечивающая ее устойчивость. Заметим, что устойчивость определяется через способность системы парировать действие возмущений, а значит, в конечном итоге — через сохранение целостности.

В биологических и экологических системах сохранение устойчивости сводят к поддержанию *гомеостаза*, в экономических системах для обозначения устойчивого состояния используют понятие «равновесие». И понятие «гомеостаз», и понятие «равновесие» есть ограниченная характеристика устойчивости, полученная посредством наблюдения за критическими параметрами и удержанием их значений в допустимых пределах. Так, о гомеостазе организма судят по температуре тела, кровяному давлению, частоте пульса и составу крови. Аналогично, состояние фондового рынка оценивают объемами торгов и значениями фондовых индексов (в России это индексы РТС и ММВБ).

Работа механизма сохранения устойчивости системы в обоих случаях направлена на удержание равновесного состояния при наличии дисфункциональных процессов. Она заключается в том, что если на систему, находящуюся в состоянии устойчивого равновесия, оказывается внешнее воздействие, выводящее систему из равновесия, то равновесие смещается в том направлении, в котором эффект внешнего воздействия ослабляется. Степень сложности обеспечения устойчивости определяется сложностью системы, но во всех случаях в ее основе лежит совокупность уравнивающих обратных связей, оказывающих стабилизирующее воздействие. Поддержание устойчивости системы, сохранение ее равновесия со-

ставляет внутреннюю цель системы, в отличие от внешней цели, характеризующей ее взаимоотношения со средой. Следовательно, система должна быть организована так, чтобы обеспечить собственное выживание, стабильность в меняющемся мире и, вместе с тем, развитие, эволюцию и приближение к своей внешней цели.

Отмеченная дуальность составляет одно из основных противоречий в системе, разрешаемое через развитие. Действительно, необходимость сохранения устойчивости и стабильности требует, чтобы система была консервативна, могла сопротивляться попыткам трансформировать ее и быть устойчивой к воздействиям извне, в том числе и к управляющим воздействиям. С другой стороны, потребность целенаправленного изменения, движения к цели и совершенствования обязывает систему видоизменяться, вырабатывать и реализовывать нужные управляющие воздействия.

Следовательно, *целеустремленность* является еще одним фундаментальным системным свойством. Ни одна система в окружающем нас мире не существует бесцельно. В каждой из них изначально закладывается определенная цель существования. В искусственных системах цели всегда на виду (собственно, искусственная система для того и создается, чтобы реализовать вполне определенную цель: слетать на Луну, построить мост, снять фильм и т.д.). В естественных системах цель не всегда очевидна, но это не означает, что ее нет. Просто человечество на данный момент времени еще не постигло Божественного (или природного) замысла их создания. Так, неясно предназначение Млечного Пути, не всегда очевидны, а иногда просто искусственно скрыты истинные цели духовных систем (вроде слуг Иеговы, «белого братства», Аум-Синрикё и т.п.), в условиях отсутствия национальной идеи можно говорить о непознанности предназначения современной России.

Тем не менее целеустремленность экономических систем почти всегда очевидна. Чтобы проникнуть в самую суть свойства целеустремленности экономической системы, необходимо уяснить разницу между тремя типами ее поведения: реакцией, ответом и активным действием.

Реакция представляет собой такое поведение системы, которое является откликом на изменения во внешней среде. Реактивная система реагирует на любые изменения внешней среды для поддержания своего равновесного состояния. Действия такой системы целиком и полностью зависят от событий, происходящих во внешней среде. Реактивная система выполняет встроенную функцию благодаря умению поддерживать свое состояние разными способами в разных условиях. Классическим примером такой системы яв-

ляется система поддержания постоянной температуры в закрытом помещении. Реактивная система может адаптироваться к изменениям, но не способна к обучению, поскольку не имеет возможности выбирать свое поведение.

Ответ — тип поведения системы, для которого событие внешней среды является необходимым, но не достаточным условием для того, чтобы вызвать ответное действие. В отличие от реакции ответ — дело добровольное. Классическим примером такой системы является самонастраивающаяся система. Она способна по-разному отвечать на разные события в неизменной или меняющейся среде до тех пор, пока не будет достигнуто определенное состояние, согласующееся с целью системы, заданной извне. Такая система может выбирать средства, но самостоятельное определение цели ей все же не подвластно. Если самонастраивающаяся система имеет память, как, например, любая производственная система, то со временем она научится достигать своей цели более эффективно.

Активное действие представляет собой поведение системы, для которого изменение внешней среды не является ни необходимым, ни достаточным. Другими словами, активное действие — это самостоятельное, автономное поведение, выбранное системой по своему усмотрению. Активная целеустремленная система может производить не только неизменный результат разными способами в неизменной среде, но и разные результаты как в неизменной, так и в меняющейся среде. При неизменных условиях она в состоянии менять свои цели. Именно в этой способности, собственно, и заключается свобода воли. Такие системы не только обучаются и приспосабливаются, они способны творить и создавать новое. Классическим примером активной целеустремленной системы является человек. Важно, что активные целеустремленные системы наделены всеми способностями самонастраивающихся и реактивных систем.

Для того чтобы реализовалось функциональное предназначение системы, необходимо *информационное взаимодействие* между элементами, а следовательно, наличие не только каналов связи, но и материальной наполненности их носителями информации. В настоящее время информация рассматривается как фундаментальное свойство материи. Ее роль в существовании систем (и естественных, и искусственных) огромна. Для системологии понятие «информация» столь же фундаментально, как понятие «энергия» для физики.

Бурное развитие информационных связей очень сильно сказалось на формировании систем. Во-первых, возросли масштабы организационных, экономических и других социокультурных систем. Если раньше для передачи информации от одного элемента к другому требовалось столько времени, что информация устаревала и

это исключало возможность оперативного воздействия на систему, то в настоящее время это препятствие устранено, и системы существенно расширили свои границы. Во-вторых, системы значительно усложнились, и эти усложнения нашли отражение в их структуре. Детально о сложности системы мы поговорим позже, а в данном случае нам достаточно ее интуитивной интерпретации, связанной с трудностью ее исследования и познания.

Для системного анализа теория информации имеет двоякое значение. Во-первых, ее математические методы позволяют провести ряд количественных исследований информационных потоков в анализируемой или проектируемой системе. Во-вторых, основные понятия этой теории (неопределенность, энтропия, количество информации, пропускная способность канала и пр.) имеют огромное значение для понимания системных процессов. Наряду с материальными и энергетическими ресурсами информационные ресурсы составляют ключевую триаду в исследовании ресурсного обеспечения анализируемой системы. Основное отличие системного подхода к изучению любого объекта заключается в том, что он обязательно включает информационную составляющую (наряду с вещественной и энергетической).

Наличие обратных связей и использование их для саморегулирования является локальным, но очень важным проявлением системного свойства информационного взаимодействия. Обратная связь означает информационное взаимодействие выхода системы (или ее фрагмента) со входом: часть выходной информации системы возвращается на ее вход и используется для выработки управляющего воздействия на последующее развитие системы. Принцип обратной связи нашел применение в автоматических пилотируемых устройствах на кораблях, самолетах и космических ракетах; используется природой для обеспечения саморегулирования живых организмов и экологических систем; лежит в основе управления всех социально-экономических, военно-политических и духовно-конфессиональных образований и вообще представляет собой универсальное средство, с помощью которого разрозненные элементы «склеиваются» в единую систему, и не дает системе развалиться на части. Нет обратных связей — нет системы.

Приведенный здесь перечень характерных свойств системы (связь с внешней средой, целостность, целеустремленность и информационное взаимодействие элементов) не является исчерпывающим. За пределами нашего внимания остались такие важные характеристики системы, как иерархичность, многомерность, множественность, контринтуитивность и др. Учитывая важность отмеченных характеристик в исследовании экономических систем, ниже мы приводим их описание. Тем не менее наличие рассмотренной в

данном параграфе тетрады системных свойств необходимо и достаточно для того, чтобы исследуемое образование причислить к классу систем и применить к нему весь методологический арсенал системного анализа.

3.2. Специфические свойства экономических систем

Кроме фундаментальных системных свойств, присущих всем системным образованиям (связь с внешней средой, целостность, целеустремленность и информационное взаимодействие), класс экономических систем имеет ряд специфических характеристик. В этом параграфе приводятся те из них, которые играют исключительно важную роль как для понимания предметной области экономики, так и для исследования ее отдельных системных составляющих. К таким свойствам следует отнести:

- иерархичность;
- многомерность;
- множественность;
- эквифинальность;
- мультифинальность;
- контринтуитивность.

Нетрудно предположить, что с развитием экономических системы увеличиваются в объемах и расширяют свои границы. Естественно, что эти количественные изменения вызвали качественные трансформации, которые в первую очередь проявились в иерархичности системных построений. *Иерархичность* означает существование в системе нескольких уровней, подчиненных по нисходящей, со своими зонами ответственности, ресурсами и локальными целями. Она позволяет получить еще одну степень свободы для наращивания системы.

С понятием «иерархичность» тесно связано понятие «стратификация». При моделировании системы, построенной природой или человеком, стратификация является естественной реакцией на ее усложнение. Под стратификацией понимают способ иерархического представления сложной системы, в виде семейства моделей, каждая из которых описывает поведение системы с позиции конкретного уровня абстрагирования (страты), сохраняя при этом целостное представление об исследуемой системе и отражая ее многочисленные особенности, характерные для данной страты.

Свойство многомерности в одинаковой мере относится как к самой системе, так и к ее восприятию и отображению в памяти исследователя или системного аналитика. Суть *многомерности* мышления заключается в способности видеть дополняющие друг друга

тенденции в прямо противоположных явлениях и создавать одно целое из, казалось бы, несоединяемых частей. Дело в том, что любое явление всегда возникает в паре со своей противоположностью: безопасность — свобода, порядок — хаос, наука — искусство, общество — личность, добро — зло, современность — традиции и т.д. Дополнение всегда расширяет и поляризует целое. Исходя из этого принцип многомерности утверждает: противоположные тенденции не только существуют и взаимодействуют, но и дополняют друг друга.

Многомерность мышления отрицает традиционно сложившееся в большинстве культур представление о противоположных тенденциях как о несовместимых, взаимоисключающих исходах в игре с нулевой суммой, где возможны лишь два результата: выигрыш или проигрыш. При этом каждая сторона понимает, что выиграть она может ровно столько, сколько проиграет противник, и считает своим нравственным долгом одержать победу любой ценой. Многомерность позволяет рассматривать противоположные тенденции в виде непрерывного множества или континуума, в котором одна тенденция плавно переходит в свою противоположность. Так, между черным и белым может существовать множество оттенков серого, представляющих собой некий компромисс между ними (рис. 3.3). Таким образом, компромисс — это не что иное, как точка относительного равновесия, в которой борьба противоположностей теряет свою остроту (в результате взаимных уступок).



а) Бескомпромиссные отношения

б) Компромисс

Рис. 3.3. Традиционное (а) и многомерное (б) представления о противоположных тенденциях

В зависимости от соотношения сил полюсов напряжения эта точка может смещаться вдоль континуума влево-вправо. Точка компромисса в силу того, что она содержит в себе субстанции обеих противоположностей, очень неустойчива. Когда меняется власть, происходят изменения в расстановке сил и ущемленная сторона получает возможность отвоевать более выгодные позиции.

Рассмотрение противоположных тенденций с позиций многомерности позволяет увидеть возможные компромиссы и перспективы их взаимодействия. Добавление новых измерений расширяет рамки рассмотрения проблемы, приподнимая над ней исследовате-

ля и давая ему возможность переосмыслить ее как некое новое целое. Дело в том, что по законам классической логики противоречие относится к какой-либо области, имеющей только плоскостное измерение. Добавление нового измерения делает его объемным, противоположные идеи превращаются во взаимодополняющие, что позволяет разрешить проблему.

Практическое использование свойства многомерности выглядит следующим образом. Исследование любой системы (явления или процесса) требует выявления и выделения всех значимых переменных, в совокупности определяющих ее свойства, как отдельных измеряемых величин. Для каждой величины определяется метрика, или шкала измерения. Далее каждая шкала делится на две области — высокую и низкую. Такое деление основано на предположении, что крайние значения, приписываемые переменной, имеют существенное (знаковое) влияние на поведение исследуемой системы. Другими словами, точка разбиения шкалы на значения «низкий» и «высокий» отмечает уровень, при котором поведение исследуемой системы подвергается качественному изменению. В этой связи ее еще называют *точкой перегиба* или *фазовым переходом*. Например, если переменная «доход» оказывает воздействие на поведение человека, то существует некоторый критический уровень дохода, при котором происходит трансформация стиля жизни, сопровождающаяся качественными изменениями в поведении.

Когда для всех значимых переменных определены метрика и точка перегиба, появляется возможность построить типологическую модель, которая поможет спрогнозировать, как будет отличаться поведение многомерной системы при акценте на том или ином аспекте. В табл. 3.1 приведена типологическая модель организационной системы, которая стремится соответствовать своему назначению и быть эффективной и результативной в настоящее время и обозримой перспективе.

Таблица 3.1. Поведение организационной системы

<i>Заинтересованность в изменениях</i>	<i>Заинтересованность в стабильности</i>	
	<i>Низкая</i>	<i>Высокая</i>
<i>Низкая</i>	Анархия	Консерватизм
<i>Высокая</i>	Радикализм	Зрелость

Ее фазовыми координатами являются переменные «стабильность» и «изменчивость».

Сочетание «высокая—высокая» характеризует поведение зрелой системы, стремящейся к стабильности через перемены. Сочетание «высокая—низкая» дает радикальную систему, заинтересованную в изменениях любой ценой. В зависимости от направления желаемых изменений радикальная система может прогрессировать или приближать свою кончину. Сочетание «низкая—высокая» свидетельствует о консервативности исследуемой системы. Такая система отдает предпочтение существующему порядку и, следовательно, склонна к компромиссам. Сочетание «низкая—низкая» ведет к анархии, которая противится всякому влиянию извне. Таким образом, при различных сочетаниях уровней заинтересованности возникают совершенно различные типы поведения. Каждый тип представляет собой новую систему, функционирующую по собственным правилам.

Свойство множественности дополняет свойство многомерности. *Многомерность* означает, что экономическая система может иметь множество структур, быть многофункциональной и обладать множеством процессов. Этим положением отрицается традиционный взгляд на систему как неизменную структуру с одной единственной функцией, которая достигается посредством эксплуатации одного процесса.

Система может выполнять множество явных и скрытых функций. Например, производитель автомобилей в глазах инвестора может быть объектом для выгодного вложения средств, для местных властей — он источник бюджетных поступлений в виде налогов, для службы занятости — источник рабочих мест, для предпринимателя — дело всей жизни или очередной успешный проект, а для сотрудника — удобная платформа для карьерного роста. Таким образом, система действительно выполняет множество функций, т.е. наделена свойством *множественности функций*, генерируя и распределяя знания, богатство, власть, ценности и красоту.

Множественность структуры означает многочисленность и изменчивость отношений между компонентами исследуемой системы. Так, люди в любой экономической системе вступают в различные отношения друг с другом, создавая структуру интерактивного типа. Участники системы могут сотрудничать в одном направлении, соревноваться в другом и конфликтовать в третьем. В результате образуется интерактивная сеть подвижных участников с множеством связей, которая непрерывно воссоздает саму себя. Признание множественности структуры идет вразрез с традиционным понятием структуры как чего-то прочного и долговечного. Однако переосмысление традиционной концепции крайне необходимо для понимания особенностей современных экономических систем.

Согласно классической методологии системного анализа одинаковые исходные условия в известной структуре дают одинаковые

результаты. Поэтому поведение системы с известной структурой является полностью предсказуемым, а ее будущее состояние жестко привязано к исходным условиям и закону преобразования. Однако, исследуя саморегуляцию открытых биологических систем, Людвиг фон Берталанфи расширил классическую теорию и ввел понятие *эквифинальности*, согласно которому конечное состояние может быть достигнуто множеством различных путей. Уильям Бакли, исследуя морфогенетические процессы в социокультурных системах, пошел еще дальше и выдвинул обратный принцип — *мультифункциональность*, согласно которому одинаковые исходные условия могут привести к несхожим конечным состояниям системы. На основании этого не трудно сделать вывод, что за будущее системы отвечают скорее процессы, а не начальные условия. Следовательно, *множественность процессов* является характерным свойством экономических систем.

На рис. 3.4 приведены рассмотренные аспекты множественности, которые в совокупности составляют основу теории системного развития.

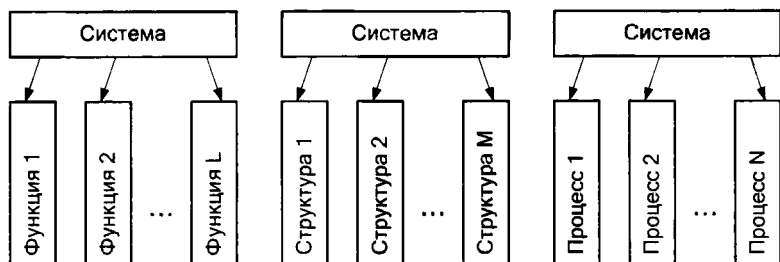


Рис. 3.4. Множественность функций, структур и процессов

Контринтуитивность означает, что действия, направленные на достижение желаемого результата, могут иметь противоположный исход. Тут в пору вспомнить, что «благими намерениями вымощена дорога в ад»¹. Контринтуитивное поведение экономических систем красноречиво иллюстрирует их самозабвенное сопротивление переменам. Спокойствие в знакомом окружении в сочетании со страхом перед неизвестным порождает огромное противостояние нововведениям, способное подавить потенциальную выгоду от них. Люди могут искренне восхищаться прекрасной идеей и поддерживать ее

¹ Выражение: «Hell is full of good meaning and wishings» — «Ад полон добрыми намерениями и желаниями» — принадлежит английскому богослову XVII в. Джорджу Герберту (прим. ред.).

на этапе обсуждения. Однако по мере приближения ее реального воплощения воцараются сомнения и неверие в собственные силы. Сторонники идеи порой подсознательно саботируют собственные усилия и препятствуют изменениям. В отсутствие смелого и харизматического лидера, пользующегося доверием подчиненных, любые предложения по внедрению фундаментальных изменений становятся потенциально самоубийственными.

Причиной контринтуитивного поведения экономической системы может стать пассивное приспособление к ухудшающимся внешним условиям. Известно, что, если лягушку бросить в кипящую воду, она непременно выпрыгнет наружу. Однако если ту же самую лягушку поместить в теплую воду, которая постепенно нагревается, то лягушка сварится заживо. Аналогичное поведение можно наблюдать и в экономических системах. Способность постепенно адаптироваться к изменениям окружающей среды может привести к беде, если условия ухудшаются. Даже среди успешных организаций закат и последующий конец — очень распространенное явление. Организации, как правило, умирают медленно, постепенно приспособившись к едва заметным постепенным ухудшениям. К тому времени, когда организация осознает наконец всю серьезность проблемы, она уже растеряет большую часть своего потенциала и не сможет исправить ситуацию.

Еще одной нередко встречающейся причиной контринтуитивного поведения экономической системы является фазовый переход. Согласно основополагающему принципу системной динамики по достижении критической точки количественные изменения вызывают качественное трансформирование системы и не всегда в ожидаемом направлении. Когда состояние зависит от некоторого набора переменных, достаточно чтобы хотя бы одна из них достигла критического значения, чтобы запустить фазовый переход, в результате которого установятся новые связи между переменными, что повлечет за собой неперенное изменение привычного облика системы. Известно, что в экономической среде фазовый переход возникает тогда, когда одна из значимых переменных меняется на порядок.

Рассмотренные свойства экономических систем — иерархичность, многомерность, множественность, эквифинальность, мультифинальность и контринтуитивность — вместе с фундаментальными свойствами всех систем — связью с внешней средой, целостностью, целеустремленностью и информационным взаимодействием элементов — составляют прочную базу для синтеза методов и средств комплексного исследования экономики.

3.3. Классификация систем

Для надлежащей ориентации в предметной области системного анализа необходимо провести классификацию систем. При этом следует помнить, что классификация представляет собой только «первое приближение», или модель реальности, и всегда несет на себе отпечаток авторской субъективности. В этой связи классификацию не следует абсолютизировать, поскольку реальность всегда сложнее любой модели.

В качестве исходного классификационного признака разумно принять характер определяющих связей между элементами системы и выделить на этой основе естественные, искусственные и социокультурные системы. Желание дальнейшей детализации типов систем в рамках каждого из выделенных классов приводит нас к иерархической классификации (рис. 3.5). Нетрудно увидеть, что каждый из выделенных подклассов систем может быть подвергнут дальнейшей детализации.

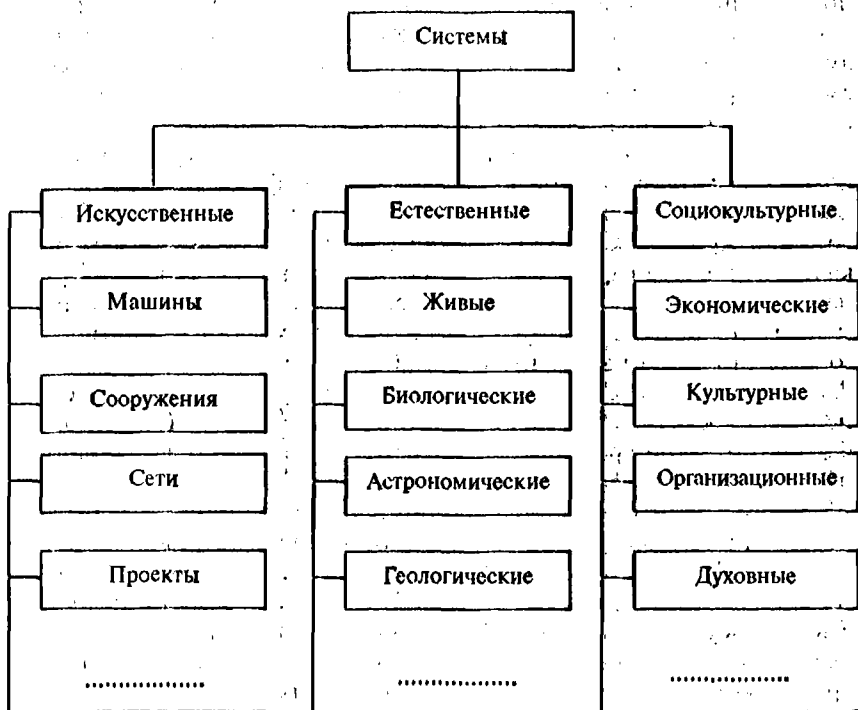


Рис. 3.5. Базовая классификация систем

Естественные системы — в них связи образованы и действуют «природным» образом. К классу естественных относятся физические, химические, биологические, экологические и другие системы. В них природные связи являются определяющими.

Материальные искусственные системы — в них определяющие связи между элементами формировались с участием человека. К этому классу относятся машины, приборы, сооружения, конвейерные линии и другие технические системы. В их структуре преобладают связи, имеющие естественную природу, но приведенные человеком к нужной ему форме.

Социокультурные системы — в них наиболее существенные связи — принадлежат не природе, а культуре. В таких связях смысл любой ситуации определяется отношением к ней субъекта. По существу, эти связи лишь в виде жизненных ценностей, опыта, традиций и привычек существуют лишь в человеческом сознании, однако целенаправленное и определенное поведение человека в каждой конкретной ситуации делает эти связи реально существующими. К этому классу систем относятся трудовые коллективы, культурные сообщества, творческие союзы и другие образования, в которых ключевую роль играет человек.

Системный анализ применяется для исследования систем всех трех классов. Содержательное научное обоснование в первом случае опирается на естественные науки, во втором — на естественные и технические, в третьем — на естественные, технические и гуманитарные. Степень присутствия каждого вида науки в системных исследованиях определяется спецификой проблемы. При этом очевидно, что чем дальше от естественных наук, тем больше появляется «размытости» в формулировках проблем, меньше структурированности и больше неопределенности. Особенно велика доля «рыхлых» проблем в исследованиях систем третьего класса.

Экономические системы, несмотря на некоторое присутствие в них технической составляющей (автоматизированные производственные линии на предприятии, телефонные сети и оборудование в компании мобильной связи, парк автомашин в транспортной компании и т.д.) относятся именно к третьему классу. Определяющую роль в таких системах играют люди.

Каждый отдельно взятый человек — это целый внутренний мир. У каждого человека свои моральные ценности, своя психология и свои интересы. Эти индивидуальные человеческие качества налагаются на естественно-природную сущность системы и обуславливают ее «дрейф» в направлении неопределенности. Дело в том, что в поведении системы определяющая роль принадлежит типу связей

между ее элементами. Совокупность этих связей образует структуру системы, а их природа задает тип поведения системы и пределы ее возможностей. В физических системах, как природных, так и искусственных, связи существуют в форме естественных взаимодействий, которые не изменяются в пространстве и во времени (электрон и протон взаимодействуют одинаково в Алабаме и в Дубне, сейчас и всегда).

В экономических системах все обстоит иначе. Физические взаимодействия не отменяются и в производственных технологиях (металлургии, производстве электроэнергии, транспортировке газа) занимают надлежащее место. Однако определяющую роль в системе играют не они. На первый план выступают связи, имеющие информационный, культурный и условный характер. Условные связи существуют не в природе, а в сознании человека. Тем не менее из того, что эти связи являются порождением воображения, не следует, что они не сказываются на реальном мире. Люди подчиняют свое поведение этим связям, которые материализуются в человеческой деятельности и реально проявляются. Поведение человека в реальном мире оставляет вполне материальные следы.

Именно абстрактные информационные связи являются определяющими в экономических системах и задают их структуру. Ограничения, налагаемые этими связями на поведение элементов, имеют природу, совершенно отличную от подчиненности физическим законам. Вместо изучения физического мира, в который погружены все естественные системы, мы должны изучать культуру, в которой существует исследуемая экономическая система. При этом следует помнить, что у каждой экономической системы своя культура, а иногда и своя религия, тогда как физическая природа едина. Красноречивым подтверждением этому является появление в экономическом лексиконе понятий «корпоративная культура» и «корпоративная религия».

При построении иерархических классификационных систем возникает проблема полноты классификационных группировок на каждом уровне иерархии. Когда нет уверенности в полноте вводимой классификации на определенном уровне, обычно в нее включают искусственный элемент «все остальное» как отдельную классификационную группировку. Если классификационная полнота первого уровня иерархии в приведенном примере очевидна, то второй уровень на полноту не претендует, и каждый исследователь может продолжить классификацию по своему усмотрению. В еще большей степени отмеченное относится к третьему и последующим уровням классификационной иерархии (см. приложение 2).

Резюме

В этой главе мы выделили понятие «система» в отдельную философскую категорию и определили основные свойства этой категории. К числу свойств были отнесены ее взаимодействие со средой, целостность, целеустремленность и информационное взаимодействие элементов. Наряду с этими свойствами, присущими всем системам, были рассмотрены специфические свойства экономических систем: иерархичность, многомерность, множественность, эквифинальность, мультифинальность и контринтуитивность — которые в совокупности позволяют лучше ориентироваться в предметной области системного анализа. Приведенные подходы к классификации совокупности системных образований вообще и экономических систем в частности обеспечивают надежную теоретическую базу для дальнейшего развития методологии системных исследований.

Контрольные вопросы

1. Приведите несколько определений системы и содержательную характеристику каждого из них.
2. В чем заключается разница между философской категорией и естественно-научным понятием?
3. Перечислите и проинтерпретируйте основные свойства системы.
4. Что такое эмерджентность системы?
5. Как соотносятся понятия «целостность» и «эмерджентность»?
6. Отметьте, какие перечисленные ниже явления представляют собой эмерджентные свойства некоторых систем: жизнь, эмоции, сон, звук, выпуск продукции, оплата услуги, транзит газа, радуга, дефолт, огонь, финансовый риск.
7. В чем заключается сущность редукционизма? Чем он отличается от системного подхода?
8. В чем заключается разница между внешними и внутренними связями системы?
9. Какое свойство лежит в основе деления систем на открытые и закрытые (замкнутые)?
10. Приведите примеры закрытых экономических систем.
11. С помощью чего обеспечивается устойчивость системы?
12. В чем заключаются внутренняя и внешняя цели системы?
13. Как согласуются внутренняя и внешняя стратегии системы?
14. Как установить границы экономической системы?

15. Назовите причину неудовлетворительности прогнозов, получаемых в результате эконометрического моделирования.
16. Охарактеризуйте транзакционную среду экономической системы.
17. За счет чего открытые экономические системы сохраняют свои индивидуальные особенности?
18. Как (в каких шкалах) измеряются эмерджентные свойства систем?
19. Назовите необходимое условие существования эмерджентного свойства системы.
20. В чем заключается сущность свойства целеустремленности. Как это свойство проявляется в экономических системах?
21. Приведите примеры реактивных, ответных, самонастраиваемых и активных экономических систем.
22. В чем заключается сущность свойства иерархичности экономических систем?
23. Эквивалентны ли понятия «уровень иерархии» и «страта»?
24. В чем заключается сущность свойства многомерности экономической системы?
25. Дайте системное определение понятию «компромисс».
26. Приведите практические примеры использования свойства многомерности при исследовании экономических систем.
27. В чем заключается сущность свойства множественности экономической системы?
28. Приведите примеры множественности функций экономической системы.
29. Как проявляется множественность структуры экономической системы?
30. Приведите примеры эквифинальности и мультифинальности экономических систем.
31. Перечислите причины контринтуитивного поведения экономических систем.
32. Какой классификационный признак положен в основу первичной классификации систем?
33. Назовите основные характеристики естественных систем. Приведите примеры.
34. Назовите основные характеристики искусственных систем. Приведите примеры.
35. В чем заключается специфика социокультурных систем?
36. К какому классу первичных систем относятся экономические системы?
37. В какой мере естественные, технические и гуманитарные науки привлекаются к анализу экономических систем?

38. Разместите факторы в порядке убывания влияния на конфигурацию системы: внешняя среда, внутренние связи системы, связи системы с внешней средой, элементы системы.
39. Поясните, каким образом моральные ценности лица, принимающего решения, материализуются в реальной экономической системе.
40. Что представляет собой среда, в которой существуют и функционируют экономические системы?

Темы рефератов и эссе

- Структурная адаптация государственного управления в современной России.
- Закрытые организационные системы (разведка, масонские ложи, религиозные секты — по выбору).
- Предназначение или национальная идея России.

Глава 4. Классификация экономических систем

Поскольку предметом нашего учебника все-таки является методология исследования экономических систем, в этой главе остановимся на определении и классификации именно этого класса систем. При этом мы не будем приводить известные из других литературных источников классификационные группировки, а, опираясь на свойство многомерности экономических систем, предложим два оригинальных подхода к их классификации: пространственно-временной и эволюционно-интеллектуальный.

4.1. Определение экономической системы

Класс экономических систем очень широк и разнообразен. В него входят домашние хозяйства, производственные предприятия и предприятия сферы услуг, региональные и государственные экономические системы, межгосударственные и транснациональные экономические образования, мировая экономическая система. Особым видом экономических систем являются рынки: фондовый и валютный, рынки труда и капиталов, рынок вакансий для молодых специалистов и т.д. Рынки не имеют ярко выраженного пространственного и элементного очертания, а их системность в первую очередь проявляется как противопоставление хаосу. Такое разнообразие экономических систем делает затруднительным формулирование их общего определения. Ясно одно, что в его основе не может лежать элементный состав и межэлементные отношения, как это принято у математиков, поскольку они характерны для всех систем и, следовательно, никак не выделяют класс экономических систем из множества всех систем. По всей видимости, отличительное качество экономической системы, общее для всего класса, следует искать в ее *назначении*, или *миссии*. Поскольку назначение любой экономической системы заключается в производстве, распределении, обмене и потреблении товаров и услуг или создании благоприятных условий для этих процессов, то адекватным будет следующее определение экономической системы.

Определение 1. Система является экономической, если она предназначена для переработки вещества, энергии информации и знаний в потребительские стоимости или обеспечивает их распределение, обмен и потребление.

Целью подавляющего числа экономических систем (ЭС) в рыночных условиях хозяйствования является максимизация стоимости и получение прибыли. С практической точки зрения эта цель хо-

рошо обозрима и для отражения степени (меры) ее достижения могут использоваться различные объемные и относительные критерии: сумма прибыли, норма прибыли, рентабельность и т.п.

Однако не всегда цель экономической системы столь очевидна и так просто трансформируется в перечень критериев. Например, целью компьютерной информационной системы, входящей в состав любой ЭС отдельной подсистемой, является обработка данных об объектах реального мира для определения траектории ЭС в пространстве и во времени и выработки на этой основе эффективных управленческих решений.

Эта общая цель может быть подразделена на ряд локальных подцелей, сгруппированных в два класса (табл. 4.1). Одновременно достигнуть указанных подцелей практически не возможно. Например, повышение эффективности системы по критериям $K1$ и $K3$ вызывает увеличение затрат на ее создание и эксплуатацию, а следовательно, ведет к ухудшению критерия $K4$. Поэтому стремление к достижению глобальной цели системы, как правило, связано с поиском компромиссов между локальными целями (подцелями) системы. Здесь возможна классическая постановка задачи многокритериальной оптимизации.

Элементами ЭС являются структурные подразделения объекта и его органа управления, центры переработки материальных потоков, источники, приемники и центры обработки информации, информационные объекты (сообщения, реквизиты, показатели, документы, записи, файлы, базы данных), между которыми могут устанавливаться/возникать отношения подчиненности, следования, функциональной зависимости, корреляции и т.п. Чем детальнее описываются элементы системы и их отношения, тем точнее определяется структура системы и, следовательно, уменьшается ее энтропия (неопределенность).

4.2. Пространственно-временная классификация экономических систем

В отечественной и зарубежной литературе можно найти десятки различных подходов к классификации экономических систем. Каждый из них объективен, логичен и полезен. Однако их применимость, как правило, ограничивается решением одной задачи или круга взаимосвязанных задач. Классификация всей совокупности экономических систем, которая бы расставляла их по своим местам и помогала исследователям надлежащим образом ориентироваться в предметной области экономики, до последнего времени отсутство-

вала. Только к концу 2008 г. научной школе чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера удалось восполнить этот пробел.

Таблица 4.1. Традиционные цели и критерии компьютерной информационной системы

<i>Подцель</i>	<i>Критерий</i>
Цель — повышение эффективности управления C1 — максимальная полнота информации для обеспечения принимаемых решений C2 — представление результатной информации в кратчайшие сроки (желательно в реальном масштабе времени) C3 — максимальная доброжелательность к пользователям (простота взаимодействия с системой)	K1 — отношение объема информации в БД к объему информации на реальном объекте управления → max K2 — время обработки информации (время реакции на информационный запрос) → min K3 — время на формулировку запроса и использование полученной информации по назначению → min
Цель — эффективное использование ресурсов ИС C4 — сокращение расходов на создание, эксплуатацию и развитие КИС C5 — извлечение максимума выходной информации из имеющихся исходных данных C6 — сокращение избыточности базы данных	K4 — затраты (капитальные и текущие) на создание и эксплуатацию КИС → min K5 — отношение объемов выходной и входной информации → max K6 — доля избыточной информации в общем объеме данных → min

В основу классификации по Клейнеру положен многомерный подход, позволяющий позиционировать каждую экономическую систему в пространстве и во времени (табл. 4.2). Как видно, в результате такого подхода получается четыре классификационные группировки: проекты, объекты, процессы и среды, — которые полностью покрывают все разнообразие экономических систем и образуют мощную теоретическую базу для их системного исследования. Коротко охарактеризуем каждый из классов.

Проектные системы ограничены во времени и пространстве и ассоциируются с разовыми мероприятиями, масштабными акциями, строительством и другой созидательной деятельностью. Их миссия заключается в инновационном преобразовании внешней среды и энергетической подпитке других систем. Проектные экономические системы стремятся к интенсивному использованию

занимаемого пространства и повышению его разнообразия. Классическими примерами проектных систем являются строительные объекты (строительство газопровода «Северный поток», обустройство детской площадки, ремонт и оборудование нового офиса); программы реформирования чего-либо (образования, взаимоотношений экономических субъектов, денежной системы); творческие и организационные мероприятия (съемка фильма, организация гала-концерта, проведение выборов), инновационная деятельность (разработка нового вида продукции/услуг, совместная научная экспедиция, реструктуризация организационного управления в компании) и т.д. и т.п.

Таблица 4.2. Базовая типология экономических систем

<i>Местоположение в пространстве</i>	<i>Длительность функционирования</i>	
	<i>Ограниченная</i>	<i>Неограниченная</i>
<i>Ограничено</i>	Проект	Объект
<i>Неограниченно</i>	Процесс	Среда

Объектные системы ограничены в пространстве, но не ограничены во времени. Следовательно, будучи образованной один раз, объектная система может существовать бесконечно долго, постоянно адаптируясь к изменению внешней среды. Миссия объектных систем заключается в объединении разнородных элементов в единое целое для целенаправленной экономической деятельности (выпуска продукции и/или оказания услуг) и поддержании этого объединения в актуальном состоянии в текущий момент и в обозримой перспективе. К классу объектных экономических систем относятся все производственные и сервисные предприятия независимо от их отраслевой принадлежности и юридического статуса. Важно, что только этот класс экономических систем имеет под собой достаточно полную и надежную юридическую базу, обеспечивающую их легитимное учреждение, функционирование, развитие и ликвидацию.

Процессные системы не имеют пространственных ограничений, зато ограничены по времени функционирования. Их миссия заключается в гармонизации деятельности и состояния всех экономических систем. Процессные системы задают нужный тонус, подталкивающий экономические системы к развитию в определенном направлении. Например, инновационные процессы, инфляция, научно-технический прогресс, интеллектуализация производства и многие другие тенденции, наблюдаемые на определенных временных

интервалах, являются яркими примерами процессных экономических систем.

Средовые системы не ограничены ни в пространстве, ни во времени. Их миссия заключается в создании условий для обмена ресурсами, продукцией, информацией и знаниями между различными экономическими субъектами. В качестве примеров средовых систем можно назвать Интернет, законодательство страны, все виды организованных рынков (фондового, трудовых ресурсов, жилья и т.д.), транзакционный бизнес (электронную среду поддержания жизнедеятельности ограниченного человеческого сообщества на основе карточных технологий), системы логистики и многое другое. Иными словами, средовую систему можно ассоциировать с некоторым экономическим полем, в рамках которого существуют условия для определенной созидательной деятельности.

Каждый из рассмотренных классов экономических систем имеет свой «генетический код», определяющий отношение его представителей к основным экономическим функциям — производству, распределению, обмену, потреблению — и всему воспроизводственному процессу. Так, ограниченные в пространстве системы (объекты и проекты) стремятся к интенсивному использованию доступных ресурсов. В воспроизводственном цикле они преимущественно поддерживают производственную, обменную и потребительскую функции (рис. 4.1). Не имеющие пространственных ограничений экономические системы (среды и процессы) развиваются экстенсивно, постепенно осваивая все новые и новые области пространства. В воспроизводственном цикле они поддерживают распределение, обмен и потребление.

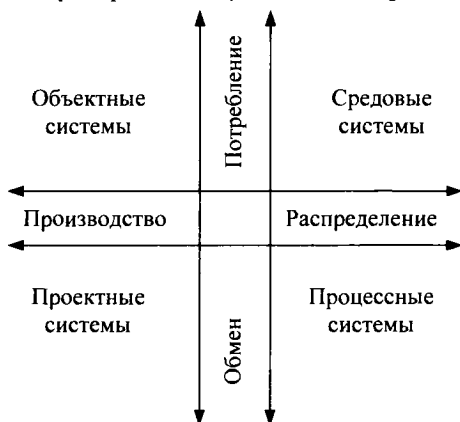


Рис. 4.1. Взаимосвязь базовых классов экономических систем с основными функциями расширенного воспроизводства

Ограниченные во времени системы (проекты и процессы) отличаются высокой экономической активностью, т.е. готовностью повышать объемы производства и качество выпускаемой продукции/услуг. Не имеющие временных ограничений экономические системы (среды и объекты) экономически пассивны и готовы долго владеть свое жалкое существование.

Для гармоничного развития экономики необходимо, чтобы в ней поддерживался постоянный паритет экономических систем всех четырех классов. Нарушение пропорций порождают дисгармонию, которая может перерасти в кризис. Недостаточность объектных систем ведет к товарному дефициту, перебоям на потребительских рынках и неустойчивости экономики. Нехватка процессных систем ведет к замедлению темпов экономического развития. Дефицит проектных систем нарушает восприимчивость экономических субъектов к рыночным сигналам и достижениям научно-технического прогресса. А дисфункция средовых систем ведет к фрагментации экономики и разрыву хозяйственных связей.

Проявления дисгармонии в экономике могут быть следствием как слишком частых (реформаторство), так и слишком редких (застой) перемен или возникнуть как в результате излишнего разнообразия (неравенство), так и в результате сплошного однообразия (уравниловка) экономического пространства. Следовательно, для гармоничного развития принцип необходимого экономического разнообразия должен быть дополнен принципом необходимого экономического однообразия. Поиск золотой середины является одной из ключевых задач современного менеджмента.

4.3. Эволюционно-интеллектуальная классификация экономических систем

В этом параграфе мы остановимся еще на одном подходе к классификации экономических систем, который имеет очень важное значение для нормального восприятия и надежного усвоения современной методологии системного анализа. Дело в том, что в процессе эволюционного развития экономические системы постоянно росли, усложнялись и совершенствовались, пока не достигли того великолепного многообразия, которое мы имеем возможность наблюдать в настоящее время. Одновременно с усложнением внутреннего устройства экономических систем менялось их интеллектуальное наполнение, или уровень разумности системной организации.

По признаку интеллектуальности системной организации различают три класса систем:

- механистические;
- органические;
- мультиразумные.

Поскольку эти классы еще точно вписываются в определенные исторические этапы экономического развития, то такой подход к классификации экономических систем сочли возможным назвать эволюционно-интеллектуальным. Коротко остановимся на особенностях каждого класса.

Сущность *механистических систем* изящна и проста. Любое предприятие, организация или другой хозяйствующий субъект представляют собой неразумную систему, в которой нет собственной цели. Ее функциональное назначение определяет собственник, преследующий цель получения прибыли. В его понимании организация — это механизм, который должен работать в соответствии с установленными им правилами и ритмично продуцировать заданную продукцию. Следовательно, критерием эффективности функционирования организации-механизма является полезность ее отдачи.

Деятельность организации механистического типа преимущественно однообразна, проста и повторяющаяся. Труд в ней, коммуникативные каналы, рабочие правила и властные полномочия в высокой степени стандартизированы. Части неразумной механистической системы, как и сама система, не имеют права выбора. Ее иерархически выстроенная организационная структура очень жесткая и не допускает возможности самостоятельной перестройки. Механистическая организация может эффективно работать лишь в условиях стабильной внешней среды, не оказывая на нее значительного влияния.

Основные положения и принципы *органической системы* также не лишены изящества. Экономическая система представляется как живой организм с единым разумом, у которого имеется своя собственная цель: выжить в существующих условиях внешней среды. Как подсказывает здравый смысл, чтобы выжить, любой живой организм должен расти. Для этого он использует доступные ресурсы внешней среды, что позволяет ему достичь позитивного метаболизма. Если экстраполировать эти рассуждения на экономическую систему, то можно заключить, что мерой ее успеха является рост, а прибыль представляет собой лишь средство его достижения.

В сущности, красота органической модели заключается в том, что система имеет возможность выбора, а ее части, реагируя на события окружающей среды, снабжают орган управления необходимой информацией для его правильного осуществления. Считается, что неудовлетворительная работа любой нормальной системы с единым разумом является результатом недостатка информации или ее иска-

жения в каналах связи. Следовательно, очевидным решением большинства проблем должно стать получение дополнительной информации или расширение возможностей коммуникативных каналов.

Лучше всего под основные характеристики систем органического типа подходит патерналистская культура, где верность, подчинение и преданность считаются основными ценностями. Эти ценности подкрепляются чувством принадлежности к группе, которая, в свою очередь, защищает и поддерживает своих членов. Наиболее близки к классу систем с единым разумом японские компании. Развиваясь в рамках индустриального общества с сильной патерналистской культурой, они достигли значительных успехов. Ориентация на харизматических лидеров породила могущественные организации в демократической культуре западного сообщества (Форд, Майкрософт, Онасис и др.), а следствием традиционно молчаливого согласия с культурой отечественного авторитаризма стало формирование олигархических империй на постсоветском пространстве (ЛУКойл, Интеко, Северсталь и др.).

Мультиразумная система вырастает на базе органической, когда части и/или отдельные элементы органической системы приобретают возможность самостоятельно делать выбор. Единство экономической системы основано на одной или нескольких общих целях и приемлемых для всех ее участников способах их достижения. Но поскольку у каждого участника есть свое мнение по поводу обеспечения этого единства, для регулирования такой мультиразумной системы существенное значение приобретает согласие между ними.

Будучи целеустремленной, мультиразумная система является частью такого же целеустремленного, но более крупного общественного образования. В то же время ее собственные элементы суть целеустремленные индивиды. В результате появляется иерархия целеустремленных систем из трех отдельных уровней, причем уровни настолько тесно взаимосвязаны, что оптимальное решение невозможно обнаружить на каком-либо одном из них вне зависимости от двух других. Собственно, в совмещении интересов целеустремленных элементов друг с другом и с организационным целым заключается главная задача мультиразумной системы. Другими словами, назначение мультиразумной системы заключается в обслуживании интересов ее участников при одновременном удовлетворении требований внешней среды.

В настоящее время одновременно существуют и успешно взаимодействуют экономические системы всех трех перечисленных классов. Однако ситуацию в экономике все больше и больше определяют мультиразумные системы. Благодаря именно этому классу

систем, доля которых постоянно увеличивается, современный этап развития цивилизации назвали интеллектуальной экономикой, или экономикой, основанной на знаниях.

Резюме

Рассмотренные пространственно-временная и эволюционно-интеллектуальная классификации экономических систем и их увязка с основными функциями расширенного воспроизводства наводят определенный порядок в предметной области экономики и составляют надежную теоретическую основу для дальнейшего развития методологии системного анализа экономических систем.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение экономической системы.
2. Какие классификационные признаки положены в основу пространственно-временной классификации экономических систем?
3. Приведите характеристику объектных, проектных, процессных, средовых систем (на примерах).
4. Как взаимосвязаны базовые классы экономических систем и основные функции расширенного воспроизводства?
5. Назовите основные причины нарушения гармоничного и сбалансированного экономического развития. Укажите способы их нейтрализации.
6. Перечислите классы экономических систем по признаку интеллектуальности системной организации.
7. Охарактеризуйте и приведите примеры механистических систем; органических систем; мультиразумных систем.

Темы рефератов и эссе

- Взаимосвязь пространственной классификации экономических систем с функциональной структурой управления по Адизесу.
- Генетические характеристики ведущих национальных экономик мира (по выбору).
- Вариативные продукты и ресурсы экономических систем.

Раздел II. Моделирование систем

Глава 5. Методы и средства моделирования

Для выработки обоснованных и эффективных управленческих воздействий, обеспечивающих целенаправленное развитие системы, необходимо располагать ее моделью. В этой связи построение модели управляемой системы является ключевой задачей системного анализа. В настоящее время арсенал моделирования больших и сложных систем включает множество инструментов — от строгих методов математического моделирования до организационных методов, направленных на активизацию использования интуиции и опыта специалистов. Для того чтобы обеспечить выбор методов в реальных условиях, разумно разделить их на группы и выработать рекомендации по применимости при моделировании систем различных классов.

5.1. Структурирование процессов моделирования

Поскольку системный анализ занимается исследованием сложных систем в целях разрешения проблемных ситуаций (возникающих в самих системах или в их непосредственном окружении), то естественно предположить, что процесс моделирования сложной системы не может быть простым. На рис. 5.1 приведена схема формирования модельного представления системы, которое является квинтэссенцией для любого системного аналитика независимо от предметной области его профессиональной деятельности.

Как видно из рисунка, основу процесса моделирования системы составляют философские подходы к познанию мира — анализ и синтез. Всякому синтезу должен предшествовать анализ. Это означает, что статические модели являются результатом анализа функций, структуры и процессов исследуемой системы совместно с внешней средой, в которой эта система функционирует. Распределительные модели являются результатом анализа источников возникновения и механизмов распределения системообразующих ресурсов: материальных благ, знаний, власти, этических и моральных ценностей, эстетической красоты — и представляют собой «тональную раскраску» организационной структуры системы с выделением нескольких уровней интенсивности.

Динамические модели являются результатом вскрытия внутренних проблем, которые генерирует система в процессе своего развития, и представляют собой совокупность совмещенных контуров причинно-следственных связей, описывающих внутреннюю динамику системы.

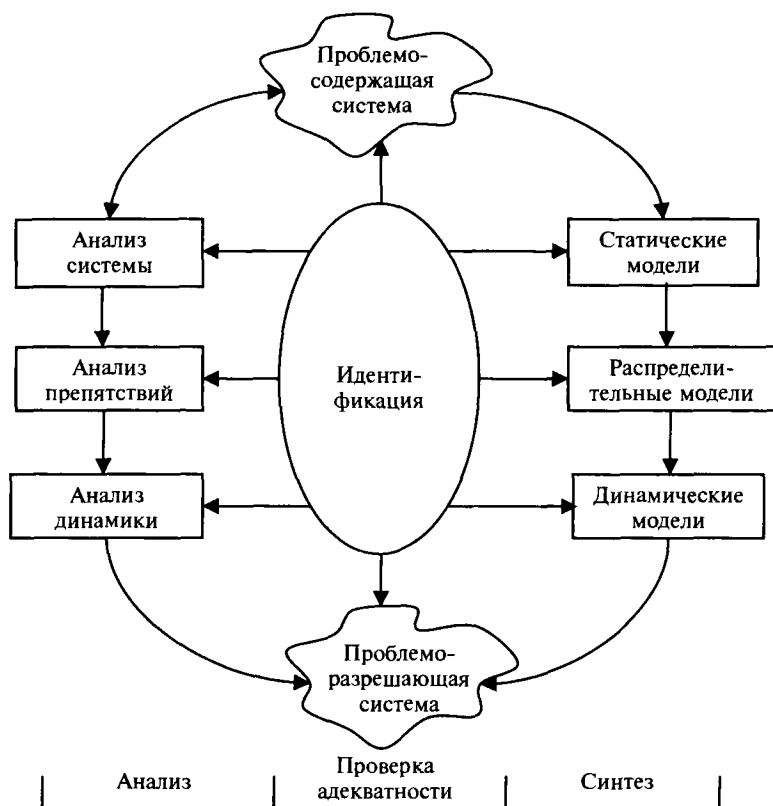


Рис. 5.1. Структурная схема процесса моделирования системы

Остановимся более подробно на этапах моделирования проблемосодержащей системы и построения проблеморазрешающей системы. Попутно заметим, что *проблемосодержащая система* — это система, составляющая объект нашего исследования, в которой обнаружена проблема, препятствующая ее эффективному функционированию и/или целенаправленному развитию. Формирование *проблеморазрешающей системы*, собственно, составляет цель проводимого системного исследования. Проблеморазрешающая система должна повлиять на текущую ситуацию таким образом, чтобы устранить существующую проблему или по крайней мере смягчить ее пагубное влияние на проблемосодержащую систему.

На первом этапе анализу подвергается сама система как целостное образование. Цель этого этапа заключается в фиксации текущего состояния исследуемой системы вместе с внешней средой, а также в выделении ее функций, структуры, процессов и поведенческих аспектов без каких-либо оценочных суждений. Результатом этапа являются статические модели системы в функциональном, структурном и процессом срезах.

На втором этапе выявляются недостатки и формулируются проблемы, мешающие ее нормальному функционированию в настоящее время и обозримой перспективе. Как будет показано дальше, эти проблемы и недостатки преимущественно являются следствием неправильного распределения основных системообразующих видов ресурсов: власти, знаний, богатства, красоты и ценностей. Для выявления диспропорций в их распределении и локализации системных проблем одновременно с анализом строятся распределительные модели (по каждому виду системообразующего ресурса).

На третьем этапе анализу подвергается динамика системы и формируются ее динамические модели. Эти модели представляют собой описание взаимодействия взаимосвязанных переменных системы, определяющих траекторию ее развития во времени в пространстве параметров состояния. В состав параметров состояния включают только существенные для выбранного ракурса исследования системы.

В результате такого одновременного анализа отдельных аспектов исследуемой системы и синтеза отражающих их моделей должна появиться проблеморазрешающая система, которая способна повлиять на ситуацию таким образом, что либо проблема полностью исчезнет, либо ее воздействие на развитие событий будет сильно ослаблено. Для решения исходной проблемы, обнаруженной в проблемосодержащей системе, остается привести в действие проблеморазрешающую систему и тщательно проконтролировать ее работу.

Реальный вид проблеморазрешающей системы может меняться от случая к случаю. В одном месте это может быть результат решения некоторой оптимизационной задачи, в другом — некоторый алгоритм или методика пошаговых действий, в третьем — масштабная целевая программа, предусматривающая совместную работу многих смежных систем, а в четвертом — некоторая комбинация первых трех вариантов.

Все три этапа связки «анализ-синтез» могут повторяться не один раз. С каждой последующей итерацией детали исследуемой проблемы уточняются, повышается адекватность моделей и дееспособ-

способность проблеморазрешающей системы. В общем случае итерации следует повторять до тех пор, пока не будет достигнут приемлемый результат.

Не исключено, что для получения ожидаемого результата не потребуется проходить всю цепочку модельных построений. Для решения поставленной задачи может быть достаточно одной-единственной модели, например статической модели черного ящика или модели распределения материальных ресурсов. Однако решение такого рода задач вряд ли стоит отождествлять с проведением системного анализа. Скорее всего, это задачи частичной оптимизации, которых в любой системе много и решаются они довольно часто.

Проверка адекватности моделей, которая обязательно сопутствует анализу и синтезу, проводится в целях обеспечения необходимой точности модельного описания. Уровень требований к точности и выразительности модели следует из технического задания на проведение системных исследований, которое, в свою очередь является детализацией пожеланий заказчика. Адекватность проблеморазрешающей системы проверяется в процессе внедрения результатов системных исследований

5.2. Иерархия моделей

Накопленный человеческий опыт практического познания мира свидетельствует, что для конструктивного изучения системы необходимо составить ее модель. Эта модель должна быть ориентирована на отражение именно тех свойств, которые представляют наибольший интерес для исследователя или заказчика работ.

В экономических системах наибольший интерес, как правило, составляют процессы выработки и реализации управленческих решений. Для обоснования решений необходимо обрисовать проблемную ситуацию; определить область принятия решения; выявить факторы, влияющие на решение; подобрать приемы, методы и аппарат формализации таким образом, чтобы решение было возможным, а его результат — приемлемым.

В идеальном случае для принятия решения необходимо получить выражение, связывающее цель системы со средствами ее достижения. Такое выражение называют критерием функционирования, показателем эффективности, целевой функцией, функцией цели или критериальной функцией. Однако, как бы его ни называли, это выражение представляет собой закон, позволяющий оценивать эффективность того или иного пути движения к цели. С одной стороны, критерий отражает меру приближения к цели, а с другой — цену этого приближения.

Если такой закон известен, то он выражается в *математической модели*, с помощью которой осуществляется поиск рациональных решений. В такой ситуации задача исследования системы разрешима практически всегда. В дальнейшем речь может идти только о вычислительных сложностях. Если закон неизвестен, то стараются определить закономерности на основе статистических исследований и установить *корреляционную зависимость* между критерием и ключевыми факторами функционирования системы. Установление корреляционных зависимостей осуществляется в рамках *эконометрических моделей*. Если и этого не удастся сделать, то выбирают или разрабатывают теорию, которая содержит утверждения и правила, позволяющие сформулировать концепцию, построить *концептуальную модель* и на этой основе сконструировать механизм принятия решений. Если и теории не существует, то выдвигается гипотеза и на ее основе создается *имитационная модель*, с помощью которой исследуются возможные варианты решения.

В общем виде для ситуаций разной сложности процесс формирования критериальной функции для отображения проблемной ситуации можно представить, воспользовавшись многоуровневым описанием «слоев» (рис. 5.2). Схема на рисунке представляет возможность составить определенное мнение о сложности, масштабности и значимости исследовательских работ при построении модели проблемной ситуации в целях ее разрешения.

Если говорить о диссертационных исследованиях, то первые два уровня (близкие к проблемной ситуации) составляют поле для кандидатских работ, в то время как последующие два могут составить предмет докторской диссертации.

5.3. Классификация методов моделирования

Постановка любой задачи заключается в том, чтобы перевести ее вербальное (словесное) описание в формализованную форму. В случае относительно простых задач такой перевод осуществляется в сознании человека, который не всегда может объяснить, как он это сделал. Если полученная математическая модель опирается на фундаментальный закон или подтверждается экспериментом, то этим доказывается ее адекватность отображаемой ситуации, и модель рекомендуются для решения задач того или иного класса.

* Слои — вид многоуровневой структуризации проблемы для организации процессов принятия решений. Для уменьшения неопределенности ситуации выделяются уровни сложности, каждый из которых определяет ограничения (допустимую степень упрощения) для модели нижестоящего уровня, снижая тем самым неопределенность проблемы без утраты замысла ее решения.

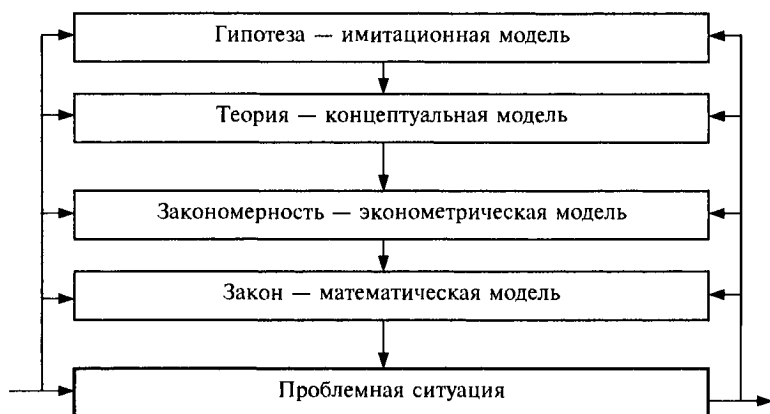


Рис. 5.2. Схема формирования критериальной функции для отображения проблемной ситуации

По мере усложнения задач получение модели и доказательство ее адекватности усложняются. Более того, большинство реальных ситуаций в экономических и других социокультурных системах описывается моделями, которые должны постоянно корректироваться и развиваться. При этом возможно изменение не только модели, но и метода моделирования, что является свидетельством развития представления системного аналитика о моделируемой ситуации.

Для перевода вербального описания в формализованное в первую очередь привлекается весь существующий математический арсенал. Именно необходимость постановки и решения трудно формализуемых задач на протяжении многих лет являлась двигателем развития математических методов. Как ответ на необходимость доказательства адекватности модели (на основе представительной выборки) и правомерности распространения ее экспериментальных результатов на всю генеральную совокупность, наряду с детерминированными аналитическими методами классической математики появилась теория вероятностей и математическая статистика.

Необходимость решения сложных практических задач в условиях большой неопределенности стимулировало развитие таких математических направлений, как теория множеств, математическая логика, математическая лингвистика и теория графов. Необходимость количественной оценки качественных процессов в сложных динамических системах привела к развитию нового направления математического моделирования, заключающегося в использовании так называемых *мягких моделей*.

С другой стороны, для коллективного решения масштабных организационных задач (реструктурирования предприятия, слияния двух и более хозяйствующих субъектов, проведения выборов и т.д.), когда один человек не может принять решение о выборе факторов, влияющих на достижение цели, не в состоянии определить существенные взаимосвязи между целями и средствами, не обладает всем необходимым спектром знаний для успешного решения проблемы, в различных областях деятельности стали развивать специальные приемы и методы — мозгового штурма, Дельфи, интерактивного моделирования и т.д. В конечном итоге эти методы позволяют формализовать существующие в исследуемой предметной области неформализованные знания, опыт и традиции и тем самым обеспечить перевод вербальной модели в формализованный вид.

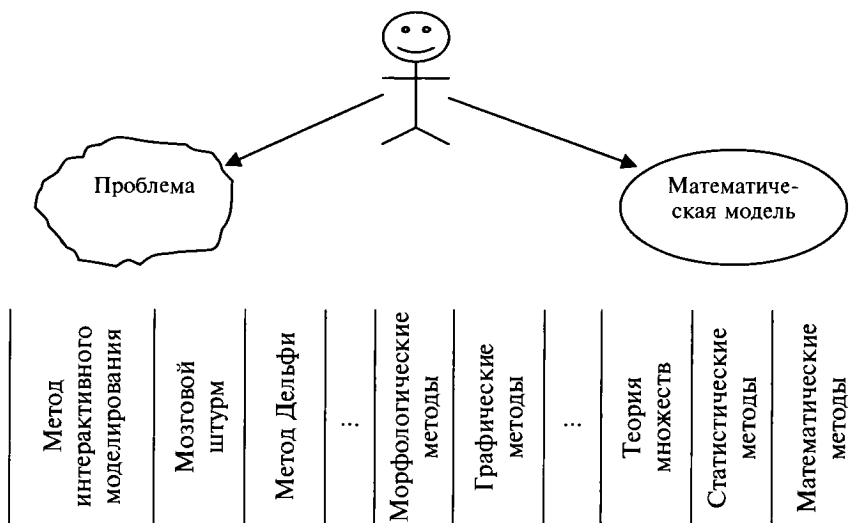


Рис. 5.3. Шкала методов формализации проблемы

Таким образом, между проблемой, описанной на содержательном уровне, и математическими моделями сложился спектр методов, которые помогают формализовывать вербальные описания проблемных ситуаций, интерпретировать формализованные описания и увязывать их с действительностью (рис. 5.3).

Развитие методов моделирования идет не так последовательно, как это показано на рис. 5.3. Методы возникают и развиваются одновременно. Более того, при решении сложных задач человек, как

правило, попеременно выбирает методы из левой и правой части спектра, совсем не соблюдая их эволюционность и наследственность.



Рис. 5.4. Классификация методов моделирования систем

Если разделить шкалу методов примерно посередине (где позиционируются графические методы структуризации), получим два больших класса методов моделирования систем (рис 5.4):

- 1) методы формализованного представления систем;

2) методы активизации интуиции, опыта, знаний и навыков специалистов.

Такое разделение методов полностью согласуется с основной идеей системного анализа, которая заключается в сочетании формализованных и неформализованных представлений об исследуемой системе, что помогает в разработке методик, выборе методов постепенной формализации, отображения и анализа проблемной ситуации.

Тем не менее строгого разделения между двумя выделенными классами не существует. Можно только говорить о большей или меньшей степени формализованности или, с другой стороны, — большей или меньшей опоре на интуицию или здравый смысл.

Приведенная классификация методов моделирования является открытой. Она может развиваться и дополняться конкретными методами и подходами, аккумулируя опыт, накапливаемый во всех сферах жизнедеятельности.

5.4. Проблемы моделирования экономических систем

При построении модели проблемной ситуации очень важно выбрать подходящий аппарат, который позволил бы с максимальной точностью отразить все, что необходимо для успешного решения поставленной задачи. Поэтому моделей исследуемой системы может быть много. Так, для определения наиболее значимых факторов, определяющих результаты функционирования экономической системы, как правило, строятся эконометрические модели, для определения оптимальной траектории развития системы в пределах выбранных фазовых координат используются модели структурной динамики, а для детальной проработки бизнес-плана в рамках определенной стратегии развития — модели бизнес-процессов.

Конечно, было бы предпочтительнее иметь единую универсальную математическую модель экономической системы для решения всех актуальных задач. К сожалению, в настоящее время построение такой модели не представляется возможным, и причина этого — отсутствие универсального математического языка для адекватного описания экономических процессов.

Исторически сложилось так, что основной прикладной сферой математики была физика. Поэтому основные положения прикладных математических дисциплин отвечают требованиям адекватного отображения физических процессов в механике, радиофизике, физике твердого тела и т.д. и не всегда удовлетворяют требованиям экономики. При исследовании экономических процессов часто возникают ситуации, которые классическая математика не позволяет разрешить. Например, неизвестно, какими математическими

операциями можно объединить станки с рабочими, чтобы дать ответ на вопрос, что лучше — пять рабочих и десять станков или десять рабочих и пять станков.

На первый взгляд, такую задачу можно решить приведением величин к одной размерности, например стоимостной. Но стоимостные показатели, в свою очередь, будут зависеть от способа объединения работников со станками. Эта экономическая ситуация напоминает физическую проблему определения массы тела через силу тяготения, и наоборот, силы тяготения через массу тела согласно второму закону Ньютона. Однако именно согласно этому закону определить массу физики не могут, поскольку уравнение содержит два неизвестных: силу и массу. Эту проблему физики решили, определив эталон, относительно которого определяется масса всех тел. К сожалению, в экономике такие эталоны пока отсутствуют.

Эти и другие сложности математического исследования экономических процессов наталкивают на мысль о необходимости принципиально нового математического аппарата, в который уже на уровне его основных категорий, понятий, шкал и исходных положений было бы заложено внутреннее содержание экономических явлений. Тогда операции над экономическими величинами отражали бы внутреннюю логику экономических процессов. Если адаптация многих разделов теоретической физики и прикладной математики к исследованию экономических процессов более или менее успешно идет на протяжении многих лет, то работы по синтезу экономико-ориентированного математического аппарата только начинаются. В частности, появляются публикации по так называемой мультипликативной алгебре, которая в отличие от классической векторной алгебры позволяет манипулировать не только действительными числами (скалярами), но и числами с размерностью, которые, в свою очередь, подразделяются на векторные, координатные и угловые. Однако до создания экономической математики еще далеко, и здесь открывается огромное поле для фундаментальных и прикладных исследований. Такие исследования под силу только математикам-экономистам, которые успешно владеют математическим аппаратом и глубоко знают экономическую теорию.

Резюме

Рассмотренные здесь этапность моделирования проблемной ситуации, иерархия модельных построений в зависимости от степени прозрачности связей между целью системы и средствами ее достижения, а также классификация методов моделирования помогут системному аналитику осознанно выбирать инструментарий для

построения модели исследуемой системы. Проблемы использования математического аппарата для адекватного описания экономических систем приведены в надежде подвигнуть читателей к исследованиям на этом направлении экономической науки.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен системный анализ?
2. Перечислите основные стадии построения модели проблемной ситуации.
3. Эквивалентны ли концептуальная и вербальная модели?
4. Каково содержание работ системного аналитика на стадии анализа проблемы?
5. Каково содержание работ системного аналитика на стадии синтеза модели системы?
6. Перечислите методы проверки адекватности модели исследуемой предметной области.
7. Что представляет собой критериальная функция? Перечислите ее синонимические названия.
8. Как увязываются между собой метод поиска критериальной функции и тип модели проблемной ситуации?
9. Что стимулирует развитие экономико-математических методов на современном этапе?
10. Как классифицируются методы, используемые для описания проблемных ситуаций?
11. В чем состоит сущность методов активизации опыта, знаний и навыков специалистов, используемых при описаниях проблемных ситуаций?
12. Существует ли строгое разделение между классами методов, используемых для описания проблемных ситуаций?
13. В чем заключается ключевая проблема моделирования экономических систем?
14. Сколько моделей проблемной ситуации необходимо иметь для успешного решения прикладной экономической задачи?
15. Что ограничивает пригодность математического аппарата для описания экономических процессов? Какие вы видите пути решения этой проблемы?

Темы рефератов и эссе

- Перспективные направления системных исследований в экономике.
- Экономическая математика: состояние и перспективы развития.
- Сценарий развития отечественной экономики.

Глава 6. Статические модели

Разобравшись в классификации существующего инструментария построения моделей систем, остановимся на классификации самих моделей. При ближайшем рассмотрении оказывается, что при всем невообразимом многообразии реальных систем и внушительном многообразии инструментальных средств моделирования принципиально различных типов моделей систем очень немного: модель «черного ящика», модель состава и структурная модель, или модель «белого ящика». Это в одинаковой степени относится как к статическим моделям, отображающим фиксированное состояние системы, так и к динамическим моделям, отображающим характер взаимодействия элементов исследуемой системы между собой и с внешней средой.

В этой главе рассмотрим основные типы статических моделей.

6.1. Модель «черного ящика»

Модель «черного ящика» является простейшим отображением реальной системы (некоторого фрагмента реального мира), в котором полностью отсутствуют сведения о внутреннем содержании этого фрагмента, а задаются только входные и выходные связи системы со средой (рис. 6.1). Даже «стенки ящика», т.е. границы между системой и средой, в этой модели обычно не описываются, а лишь подразумеваются. Такая модель, несмотря на внешнюю простоту и отсутствие сведений о внутренности системы, часто оказывается очень полезной, а иногда и единственно возможной.

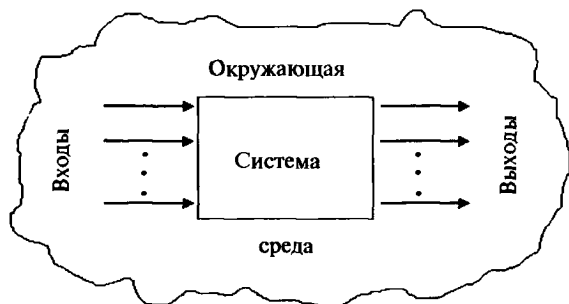


Рис. 6.1. Модель «черного ящика»

Например, при исследовании элементарных частиц, изучении влияния лекарства на живой организм, определении последствий воздействия человека на природу, анализе возможностей влияния на экономическое развитие суверенного государства и т.д. мы лишены возможности прямого вмешательства в исследуемую систему и иначе чем через фиксацию ее взаимодействия с внешней средой по входам и выходам не сможем составить представление о системе, процессе или явлении.

Бросающаяся в глаза внешняя простота модели «черного ящика» очень обманчива. Кажется, просто перечисли входы-выходы системы — и модель готова. Но как только это потребуется сделать для конкретной системы, исследователь сталкивается с множеством трудностей. Проиллюстрируем это на примере.

Пример. Попробуем перечислить входы-выходы системы «легковой автомобиль».

Поскольку целевое назначение автомобиля заключается в перемещении его владельца в пространстве (хотя не исключены и побочные цели — автомобиль как признак успешности, престижа, элемент роскоши и т.д.), с входом в систему необходимо увязать все воздействия, подталкивающие ее к цели. Поэтому очевидно, что в качестве входов в первую очередь следует выделить те элементы, посредством которых осуществляется управление автомобилем во время движения:

- руль;
- педаль сцепления;
- педаль газа;
- педаль тормоза;
- рычаг переключения передач;
- переключатель поворотов;
- переключатель освещения дороги;
- ручку ручного тормоза;
- стеклоочистители.

Затем, учитывая, что двигаться может только исправный и управляемый автомобиль, в список входов включим элементы, посредством которых осуществляются регулировка и заправка автомобиля в стационарных условиях:

- регулировочные винты схода-развала;
- ручку регулировки интенсивности освещения;
- отверстия для подкачки колес;
- заправочные отверстия;
- точки смазки;

- отверстия для заливки стеклоочистителя.

Нельзя не учитывать входы автомобиля в буквальном смысле слова:

- дверь салона;
- крышку багажника;
- крышку капота;
- крышку заправочного отверстия.

Следует зафиксировать и элементы, посредством которых поступает информация водителю и пассажирам:

- лобовое; заднее и боковые стекла;
- зеркала заднего вида;
- сигнализацию критического приближения к препятствию при заднем ходе;
- индикатор скорости (спидометр);
- индикатор уровня масла в картере двигателя;
- индикатор температуры двигателя;
- часы.

Не следует, наверно, забывать и о входах, обеспечивающих комфорт водителя и пассажиров:

- кнопках радиоприемника (телевизора, дисковода);
- кнопках кондиционера;
- ручках стеклоподъемников;
- источнике приятного запаха.

Не последнюю роль в движении автомобиля играет поверхность, по которой он движется: по-разному приходится действовать водителю при езде по асфальту, песку, гололеду, ухабам и заболоченной местности. Следовательно, необходимо добавить к списку входов:

- механическое воздействие грунта на колеса;
- аэродинамическое сопротивление воздуха.

Нельзя пренебречь и средствами безопасности, которыми оборудован современный автомобиль:

- пристяжными ремнями;
- аварийной сигнализацией;
- знаком аварийной остановки;
- огнетушителем.

А разве не влияют на автомобиль:

- электрические и магнитные поля;
- гравитационное поле Земли;
- погодные условия?

Приведенный список входов системы «автомобиль» далеко не исчерпан и при желании может быть продолжен.

То же самое можно продемонстрировать, перечисляя выходы этой системы. Учитывая, что выходы соответствуют конкретизации цели, фиксируем в качестве основного выхода готовность автомобиля движению в любое время.

Принимая во внимание, что сформулированная таким образом цель относится ко всем автомобилям, в конкретизацию цели внесем следующие добавления:

- наличие салона для четырех пассажиров;
- малолитражность;
- повышенную комфортность.

Далее, представив себе условия эксплуатации автомобиля, можем добавить:

- герметичность салона (пыле- и влагонепроницаемость);
- обычную проходимость;
- достаточную прочность;
- легкость управления.

Можно еще расширить круг требований к автомобилю, включив в него некоторые маркетинговые характеристики:

- соответствие цены покупательной способности потенциальных потребителей;
- соответствие климатическим условиям конкретного территориального рынка;
- соответствие «духу времени» и т.д. ◆

Рассмотренный пример свидетельствует о том, что построение модели «черного ящика» не является тривиальной задачей, так как на вопрос, сколько входов-выходов следует включать в модель и какие именно, ответ непрост и не всегда однозначен.

Главной причиной множественности входов и выходов в модели «черного ящика» является то, что всякая реальная система взаимодействует с объектами окружающей среды неограниченным числом способов. Занимаясь построением модели «черного ящика», системный аналитик из этого бесчисленного множества связей отбирает конечное их число для включения в списки входов и выходов. Критерием отбора при этом является целевое назначение модели. То, что существенно и важно для достижения цели, включается в модель, то, что несущественно или не важно, — не включается.

Именно здесь, на этапе отбора существенных характеристик системы для включения в модель, возможны ошибки. Тот факт, что мы не учитываем в модели (исключаем из рассмотрения) некоторые связи, не лишает их реальности. Они все равно существ-

вуют и оказывают воздействие на исследуемую систему. Нередко оказывается, что казавшийся несущественным или неизвестный для нас фактор на самом деле является важным и должен учитываться в модели.

На ранних стадиях исследования системы иногда затруднительно определить, относится обнаруженная связь со средой к входам или к выходам. В первую очередь это касается исследования причинно-следственных связей между процессами, протекающими в системе, когда трудно определить, что есть причина, а что — следствие (или, возможно, и то, и другое являются следствием ненаблюдаемой причины). В таких случаях иногда полезно рассмотреть две конкурирующие модели «черного ящика», в одной из которых эта связь причислена к входам, а в другой — к выходам.

Но простота модели «черного ящика» обманчива. Всегда существует опасность неполноты перечней входов и выходов как вследствие того, что важные из них могут показаться несущественными, так и в силу неизвестности некоторых из них в момент построения модели.

6.2. Модель состава системы

При исследовании любой системы ее целостность и обособленность, отраженные в модели «черного ящика», рассматриваются как внешние свойства. Внутренность же «ящика» оказывается неоднородной, что позволяет различать составные части самой системы. При более детальном рассмотрении некоторые части системы, в свою очередь, могут быть разбиты на составные компоненты меньшего размера. Те части системы, которые рассматриваются как неделимые, называют *элементами*, а части, состоящие более чем из одного элемента, называют *подсистемами*.

На рис. 6.2 приведен фрагмент модели состава системы «вуз», в которой овалами обозначены элементы системы, а прямоугольниками — ее подсистемы. Разумеется, это далеко не полная модель состава вуза и, более того, уже на этом этапе ее построения можно выделить несколько уровней в составе рассматриваемых подсистем. Например, ректорат — подсистема 1-го уровня, институты и научно-исследовательская часть — подсистемы 2-го уровня, профессорско-преподавательский состав и студенчество — подсистемы 3-го уровня.

Построение модели состава системы только на первый взгляд кажется простым делом. Если дать разным экспертам задание опре-

делить состав одной и той же системы, то результаты их работы будут различаться, иногда довольно значительно. Причина такого исхода состоит не только в том, что у них могут быть разные знания о системе. Существуют по крайней мере еще три важные причины этого явления.

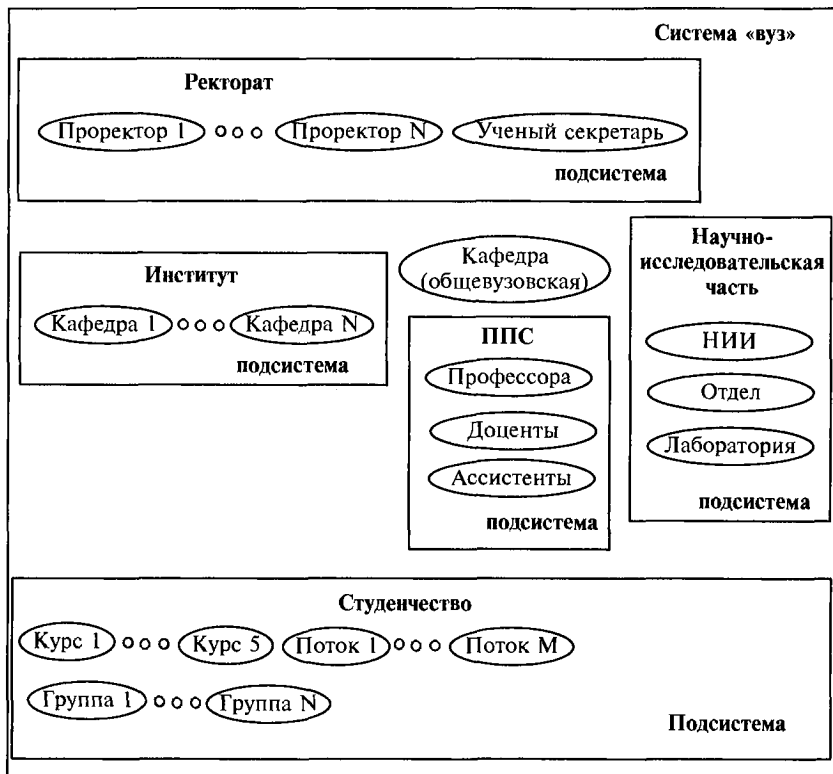


Рис. 6.2. Фрагмент модели состава системы «вуз»
(ППС – профессионально-преподавательский состав)

Во-первых, разные модели состава получаются вследствие того, что понятие «элементарность» можно определить по-разному. То, что с одной точки зрения является элементом, с другой оказывается подсистемой, подлежащей дальнейшему разбиению.

Во-вторых, как и другие модели, модель состава является целевой, а для разных целей один и тот же объект потребуется разбить на разные части. Это означает, что модели состава системы

«вуз» с точки зрения ректора, начальника пожарной охраны и уборщицы будут разными.

В - т р е т ь и х, поскольку всякое деление целого на части является относительным и условным, *то границы между подсистемами* в рамках модели состава тоже условны. Это относится и к границам между самой системой и окружающей средой. Например, тормозную систему автомобиля можно либо отнести к ходовой части, либо к подсистеме управления, либо выделить в самостоятельную подсистему.

Таким образом, модель состава ограничивается снизу тем, что считается элементом, а сверху — границей системы. Как верхняя граница системы, так и границы ее подсистем определяются целями построения модели и, следовательно, не имеют абсолютного характера. Это не означает, что сама система или ее состав нереальны. Мы имеем дело не с разными системами, а с разными моделями одной системы.

6.3. Структурная модель системы

Структурная модель представляет собой некоторый симбиоз модели состава и модели «черного ящика», входящих в нее компонентов. В структурной модели указываются элементы системы, связи между элементами внутри системы и связи определенных элементов с окружающей средой. Другими словами структурная модель является дальнейшим развитием модели состава в части определения существенных связей между ее компонентами.

На рис. 6.3 приведена структурная модель системы «синхронизируемые часы». Здесь вершины (прямоугольника) обозначают элементы системы, а дуги (стрелки) — связи.

Как следует из содержания рисунка, отношения между элементами системы «часы» могут быть самыми разнообразными — от однозначного соответствия между элементами «датчик-индикатор» через приблизительное соответствие между элементами «эталон-датчик», до периодического сравнения между элементами «эталон-индикатор». Трудность состоит в том, что мы знаем не все реально существующие отношения и вообще не догадываемся, конечно ли их число.

О сложности системы в первую очередь судят по числу и разнообразию отношений между элементами. Новые связи между элементами образуются как в результате развития системы, так в результате ее роста (расширения). Появление новых элементов в системе приводит к возникновению дополнительных связей, число которых может расти экспоненциально. Иными словами, добавление

каждого последующего элемента увеличивает число связей в большей степени, чем добавление предыдущего. Например между двумя элементами A и B возможны только две связи $A \rightarrow B$ и $A \leftarrow B$. Добавление третьего элемента C сразу увеличивает число возможных связей до шести: $A \rightarrow B$, $A \leftarrow B$, $A \rightarrow C$, $A \leftarrow C$, $B \rightarrow C$, $B \leftarrow C$. А если еще допустить возможность образования коалиций, когда два элемента вступают в союз и совместно влияют на третий, то число возможных связей вырастает до 12.

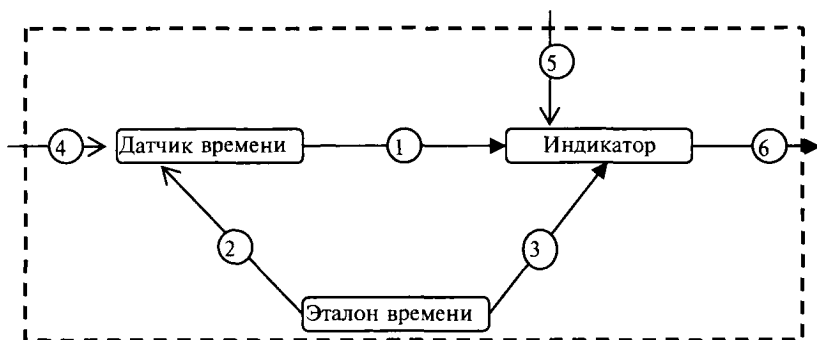


Рис. 6.3. Структурная модель системы «часы»:

- 1 — информация о текущем времени; 2 — точное время;
 3 — сравнение и устранение расхождения; 4 — поступление энергии;
 5 — регулировка индикатора; 6 — показания часов

Сложные системы пронизаны множеством связей, в совокупности образующих **структуру** системы. В свою очередь, структура системы является гарантом ее устойчивости. Для того чтобы понять это, представим себе систему в виде некоторой пространственной паутины, в каждом узле которой находится ее структурный элемент. Предположим, что система устойчива и успешно функционирует, выполняя свое предназначение. Эту устойчивость поддерживают сложившиеся между элементами связи.

Теперь предположим, что в силу каких-то обстоятельств появилась необходимость перетянуть один из узлов на новое место. Нетрудно догадаться, что в новом положении он будет оставаться до тех пор, пока мы будем его удерживать. Стоит его отпустить, он немедленно займет свое прежнее положение. То есть система действует как мощная эластичная сеть и посредством своей структуры противодействует изменениям. Допороговое увеличение числа элементов системы только укрепит ее структуру. В этом свете очень нелогичными выглядят усилия руководства страны по реформиро-

ванию государственной системы выстраиванием вертикали власти путем увеличения числа правительственных органов и общей численности правительственного аппарата.

Разнообразие и множественность связей, существующих в реальных системах, обуславливают физическую невозможность их полного учета при структурном моделировании. Поэтому для модели отбираются только те связи, которые играют существенную роль в обеспечении устойчивости исследуемой системы. Отбор существенных связей осуществляет системный аналитик, руководствуясь целью исследования.

Определение 1. Совокупность необходимых и достаточных для достижения цели исследования отношений между элементами называется структурной моделью системы.

Таким образом, структурная модель реальной системы должна содержать конечное число связей между элементами; в противном случае она будет непригодна для проведения экспериментов и исследования поведения системы. Например, в структуре русского языка число выражаемых отношений (число языковых конструкций, с помощью которых выражаются отношения между объектами реального мира — находиться на, под, около; двигаться к, от, вокруг; состоять из и т.п.) превышает 200. Интересно, что этого вполне достаточно, чтобы выразить всю гамму отношений в природе и социуме и создать замечательный роман или фундаментальный научный трактат как частные модели духовного мира человека.

Математики при построении структурных моделей используют специальные символы для обозначения отношений между математическими объектами. Запись $x \textcircled{R} y$ означает, что элементы x и y находятся в заданном отношении $\textcircled{R}$. И наоборот, запись $x \textcircled{\not R} y$ означает, что отношение $\textcircled{R}$ не выполняется для пары (x, y) . Если обозначить через R все подмножество упорядоченных пар (x, y) некоторого множества E , для которых выполняется отношение $\textcircled{R}$, то задание этого отношения сводится к определению множества R , т.е.

$$R = \{(x, y): x \textcircled{R} y, (x, y) \in E * E\}.$$

Структурные модели являются наиболее полным и подробным описанием любой системы. Поэтому их еще называют моделями «белого», или «прозрачного», ящика. Они нашли широкое применение при моделировании масштабных изменений в организационных и технических системах. Для построения и исследования структурных моделей сложных систем очень широко применяется теория графов, которая выделилась в отдельный раздел математики.

Резюме

Все рассмотренные в этой главе типы моделей являются формальными. Это означает, что они не относятся ни к одной конкретной системе. Чтобы получить модель заданной системы, нужно придать формальной модели конкретное содержание, т.е. решить, какие характеристики реальной системы нужно «вписать» в формальную модель избранного типа, а какие — нет, считая их несущественными. Это процесс, как было показано, не формализуем, поскольку сами признаки существенности и несущественности очень редко поддаются формализации. Столь же слабо поддаются формализации признаки элементарности и признаки разграничения между подсистемами. В силу указанных причин процесс построения содержательных моделей является творческим. Тем не менее существенную помощь интуиции системного аналитика, разрабатывающего содержательную модель, может оказать формальная модель и рекомендации по ее наполнению конкретным содержанием. Формальная модель является «окном», через которое аналитик смотрит на реальную систему, выстраивая ее содержательную модель.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются модели систем относительно времени?
2. Дайте определение модели «черного ящика».
3. Приведите примеры, когда модель «черного ящика» оказывается единственно применимой.
4. Постройте модель «черного ящика» в целях определения состава информационной базы чужого персонального компьютера.
5. Дайте определение модели состава.
6. Какой набор структурных компонентов применяется при построении модели состава?
7. Что такое уровень элементарности в системном анализе?
8. Какими рамками ограничена модель состава системы?
9. Постройте несколько вариантов модели состава для своего рабочего компьютера.
10. Какими причинами обусловлена множественность вариантов модели состава системы?
11. Сформулируйте определение структуры системы.
12. Какая роль отведена структуре системы на ее жизненном пути?
13. Что общего между понятием «элемент системы» и моделью «черного ящика»?
14. Сформулируйте определение для структурной модели системы.

15. Может ли число элементов системы превышать число связей между ними?
16. Как изменяется число связей в системе с увеличением числа ее элементов?
17. Какой математический аппарат в наибольшей степени пригоден для построения структурных моделей?
18. Что такое формальная модель системы? Как она используется при построении моделей реальных систем?

Темы рефератов и эссе

- Модификации графовых моделей.
- Экономические приложения теории графов.
- Модель «черного ящика» в экономических исследованиях.

Глава 7. Динамические модели

В предыдущей главе мы рассматривали модели, которые являются статическим отражением систем в определенные моменты времени. В этом смысле рассмотренные варианты модели «черного ящика», модели состава и структурной модели называют статическими моделями, что подчеркивает их неподвижность.

Следующий шаг в исследовании системы состоит в том, чтобы понять и описать, как система «работает», выполняя свое предназначение. Такие модели должны описывать поведение системы, фиксировать изменения, происходящие с течением времени, улавливать причинно-следственные связи, адекватно отражать последовательность протекаемых в системе процессов и этапность ее развития. Такого рода модели называют динамическими. При исследовании конкретной системы необходимо определить направление возможных изменений ситуации. Если такой перечень будет исчерпывающим, то он характеризует число степеней свободы, а значит, достаточен для описания состояния системы. Как оказалось, динамические модели делятся на такие же типы, как статические («черного ящика», состава и «белого ящика»), только элементы этих моделей имеют временной характер.

7.1. Динамическая модель «черного ящика»

При математическом моделировании динамической системы ее конкретная реализация описывается в виде соответствия между возможными значениями некоторой интегральной характеристики системы c и моментами времени t . Если обозначить через C — множество возможных значений c , а через T — упорядоченное множество моментов времени t , то построение модели динамической системы равносильно построению отображения

$$T \rightarrow C: c(t) \in C^t,$$

где C^t — значение интегральной характеристики в точке $t \in [0, T]$.

В динамической модели «черного ящика» предполагается разбиение входного потока x на две составляющие: u — управляемые входы, v — неуправляемые входы (рис 7.1).

Таким образом, она выражается совокупностью двух процессов:

$$\begin{cases} X^t = \{u(t), v(t)\}; & u(t) \in U; \quad v(t) \in V; \\ Y^t = \{y(t)\}, & y(t) \in Y. \end{cases}$$

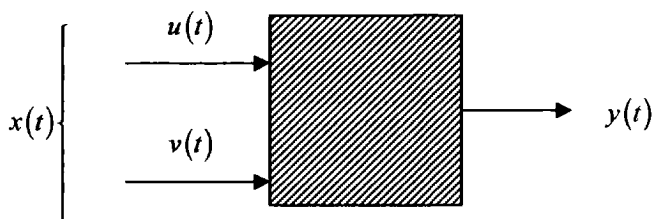


Рис. 7.1. Динамическая модель «черного ящика»

Если даже считать $y(t)$ результатом некоторого преобразования Φ процесса $x(t)$, т.е. $y(t) = \Phi[x(t)]$, то в модели «черного ящика» предполагается, что это преобразование неизвестно.

Из данного типа моделей в наибольшей мере изучены так называемые *безынерционные системы*. Они не учитывают фактора времени и работают по схеме «если-то». Например: если воду нагреть до 100°C , то она закипит. Или: если вы правильно авторизовали свою кредитную карту, то банкомат вам сразу выдаст затребованную сумму денег. То есть следствие вступает в силу сразу за причиной.

Определение 1. Динамическая система называется *безынерционной*, если она мгновенно преобразует вход в выход, т.е. если $y(t)$ является функцией только $x(t)$ в тот же момент времени.

Поиск неизвестной функции $y(t) = \Phi(x(t))$ осуществляется посредством наблюдения входов и выходов исследуемой системы. По существу, эта задача о переходе от модели «черного ящика» к модели «белого ящика» по наблюдениям входов и выходов при наличии информации о безынерционности системы.

Однако класс безынерционных систем весьма узок. В экономике такие системы очень большая редкость. Разве только отдельные биржевые операции с некоторой натяжкой можно причислить к классу безынерционных.

При моделировании экономических систем необходимо помнить, что в них всегда присутствует задержка и, более того, следствие (результат) может проявиться совсем не в том месте, где его ожидали. Таким образом, имея дело с экономическими системами, нужно быть готовым к тому, что последствия могут отстоять от вызвавшей их причины во времени и пространстве.

Например, если в фирме отдел сбыта пустит на самотек предпродажное обслуживание и сконцентрирует все свои силы на продажах, пострадает отдел гарантийного обслуживания. Но это проявится не сразу, а спустя определенное время. На лицо проявление следствия «не там и не в то время». Или: для изменения покупательских пристрастий может потребоваться несколько недель рекламной кампании, и не обязательно ощутимые перемены начнутся сразу же после ее окончания.

Обратная связь действует по цепочке причинно-следственных связей, образующих замкнутый контур, и требуется время, чтобы его обойти. Чем большей динамической сложностью обладает система, тем больше нужно времени на то, чтобы сигнал обратной связи пробежал по ее структуре (сети взаимосвязей). Достаточно одной задержки, чтобы обеспечить сильное запаздывание сигнала.

Определение 2. Время, необходимое для того, чтобы сигнал обратной связи прошел по всем звеньям системы и вернулся в исходную точку, называется **памятью системы**.

Не только живые системы имеют память. В экономике, например, это ярко демонстрирует процесс вывода на рынок нового товара. Как только на рынке появляется новый товар, пользующийся спросом, сразу находится много желающих его производить. Многие фирмы запускают производство этого товара, и пока существует спрос, наращивают его объемы. Рынок постепенно насыщается, но производители пока этого не ощущают. Когда объем производства превысит некоторое критическое значение, спрос станет падать. Производство товара по определенной инерции еще некоторое время будет продолжаться. Начнется затоваривание складов готовой продукцией. Предложение сильно превысит спрос. Цена на товар упадет. Многие фирмы прекратят производство этого товара. И такая ситуация будет сохраняться до тех пор, пока предложение не упадет до таких значений, что не сможет покрыть существующий спрос. Рынок сразу уловит складывающийся дефицит и отреагирует повышением цены. После этого начнется оживление производства и новый цикл взлета-падения рынка. Так будет продолжаться до тех пор, пока на рынке не останутся несколько производителей, которые либо договорятся между собой, либо интуитивно нащупают квоты производства товара, суммарный объем которых будет соответствовать требуемому соотношению спроса и предложения (рис. 7.2).

Точно так же выглядят графики инфляции и дефляции денежного рынка, расцвета и крахов фондового рынка, пополнения и расходования семейного бюджета. Все дело в том, что причину и следствие разделяет задержка во времени. Все это время система

«помнит» как она должна отреагировать на причину. На первых порах кажется, что и следствия-то никакого нет. Но со временем эффект проявляется. Введенные в заблуждение (в нашем примере предприниматели) слишком поздно и слишком сильно реагируют на пики спроса и предложения. А во всем виновата уравнивающая обратная связь, работающая с задержкой во времени.

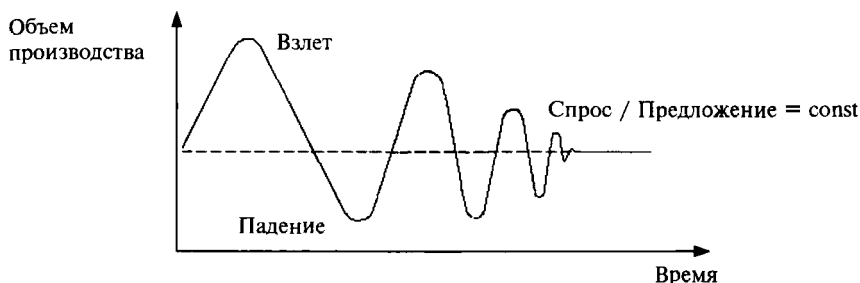


Рис. 7.2. Колебание рынка товара

В такой ситуации есть два решения. Во-первых, можно сделать более надежным измерение, осуществляя постоянный или периодический мониторинг рынка. Во-вторых, следует учитывать разницу во времени и стремиться оказаться там где нужно к тому времени, когда сигнал обратной связи успеет пройти через все звенья системы. Когда понимаешь, как осуществляется процесс, появляется возможность изменить ситуацию в желательном направлении.

В очень сложных системах следствие может проявиться спустя очень длительное время. К тому времени, когда оно даст о себе знать, критический порог может миновать и будет уже поздно что-либо исправлять. Особенно наглядно такая опасность просматривается во влиянии промышленных отходов на окружающую среду. То, что мы делаем сейчас, скажется на нашей будущей жизни, когда появятся последствия наших дел. Нашими сегодняшними поступками мы формируем облик будущего.

В облике динамической модели «черного ящика», по существу, ничего не изменится, кроме того, что момент появления выхода у потребуется скорректировать на время задержки Δ , т.е. выход системы примет вид $y(t + \Delta)$ (см. рис. 7.1). Однако основная трудность моделирования в том и заключается, чтобы определить величину Δ и место, в котором появится y . Наилучшим образом это

удается в рамках построения так называемых *лаговых моделей*, которые изучает математическая статистика.

7.2. Динамическая модель состава

В теории систем различают два вида динамики: функционирование и развитие. Под *функционированием* подразумевают процессы, которые происходят в системе, стабильно реализующей фиксированную цель (функционирует предприятие, функционируют часы, функционирует городской транспорт и т.п.). Под *развитием* понимают изменение состояния системы, обусловленное внешними и внутренними причинами. Развитие, как правило, связывают с движением систем в фазовом пространстве.

Исследованием функционирования экономических систем заняты специалисты в области экономического анализа. Исходную базу для этого исследования составляют данные бухгалтерского учета, статистической отчетности и статистических наблюдений. В большинстве случаев задача экономического анализа решается аналитическими методами бухгалтерского учета или сводится к построению и реализации корреляционно-регрессионных моделей. Богатейший инструментарий экономического анализа изучается в рамках ряда дисциплин цикла «Бухгалтерский учет и статистика».

Развитие в большинстве случаев обусловлено изменением внешних целей системы. Характерной чертой развития является то, что существующая структура перестает соответствовать новым целям и для обеспечения необходимого соответствия приходится изменять структуру системы, т.е. осуществлять ее реорганизацию. Экономические системы (предприятия, организации, корпоративные образования) в условиях рыночной экономики для выживания в конкурентной борьбе должны постоянно находиться в фазе развития. Только постоянное обновление ассортимента выпускаемой продукции или оказываемых услуг, совершенствование технологии производства и методов управления, повышение квалификации и образованности персонала могут обеспечить экономической системе определенные конкурентные преимущества и расширенное воспроизводство.

В данном параграфе, не отрицая значимости фазы функционирования системы, большей частью будем вести речь о фазе ее развития, хотя при расширенном толковании функционирования системы как движения к намеченной цели (плану) приведенные ниже рассуждения вполне применимы к моделированию фазы функционирования системы.

Динамическому варианту модели состава соответствует перечень этапов развития или состояний системы на моделируемом интервале времени. Под *состоянием* системы будем понимать такую совокупность параметров, характеризующих пространственное положение системы, которая исчерпывающе определяет ее текущее позиционирование.

Фиксация состояния определяется посредством введения различных переменных, каждая из которых отражает какую-то одну существенную сторону исследуемой системы. В данном случае важна исчерпываемость описания для раскрытия того назначения системы, которое подвергается исследованию в рамках данной модели.

Наиболее наглядно состояние системы определяется через степени свободы. Это понятие введено в механике и означает число независимых координат, однозначно описывающих положение системы. Так, твердое тело в механике есть система с шестью степенями свободы: три линейные координаты фиксируют положение центра масс, а три угловые — положение тела относительно центра масс.

В экономических исследованиях каждую координату (степень свободы) связывают с определенным показателем (количественно измеряемой характеристикой системы). Ключевая задача при этом заключается в том, чтобы обеспечить независимость показателей, отобранных для построения модели системы. Поэтому необходимо глубоко понимать природу экономических явлений и отражающих их показателей, чтобы правильно сформировать базис для построения модели состава экономической системы.

Развитие системы есть не привычное перемещение, а некоторая абстракция, описывающая изменение ее состояния. Таким образом, динамические свойства объекта характеризуются через изменение параметров состояния во времени. На рис. 7.3 приведено графическое отображение движения системы в трехмерном пространстве (в теории систем такое пространство называют *пространством состояний*, или *фазовым пространством*).

Тогда состояние системы в момент времени t_S описывается вектором $C_S = (c_{1S}, c_{2S}, c_{3S})$. Аналогично описываются ее начальное C_H и конечное C_K состояния, а изменения в системе отображаются некоторой кривой — *траекторией развития*. Каждая точка этой кривой фиксирует состояние системы в определенный момент времени. Тогда движение системы эквивалентно перемещению точки по траектории.

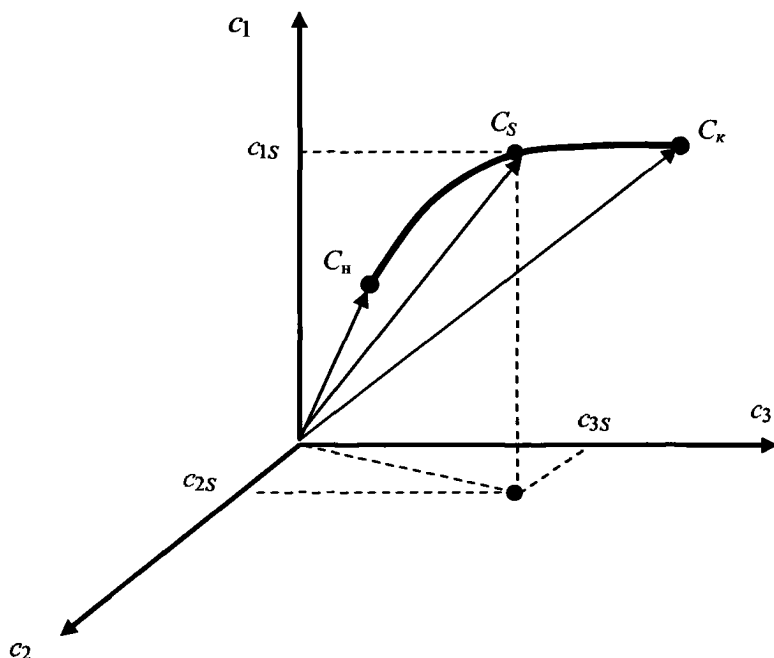


Рис. 7.3. Траектория развития системы

Экстраполируя это описание на случай n независимых координат и помня, что каждая координата (параметр) зависит от времени t , развитие системы можно описать совокупностью функций $c_1 = c_1(t)$, $c_2 = c_2(t)$, ..., $c_n = c_n(t)$, или вектором $(c_1(t), c_2(t), \dots, c_n(t))$, принадлежащим пространству состояний C .

Таким образом, динамическая модель состава системы это не что иное, как упорядоченная последовательность ее состояний, последнее из которых эквивалентно цели системы, т.е.

$$C_n = C_0 \rightarrow C_1 \rightarrow \dots \rightarrow C_l \rightarrow \dots \rightarrow C_T = C_k,$$

где C_n — начальное;

C_k — конечное;

$C_l = (c_1(t), c_2(t), \dots, c_n(t))$, $t \in [0, T]$ — текущее состояние системы.

Случай, когда строго определены граничные состояния системы, относится к категории простейших, так как далеко не всегда удастся описать состояние конкретными значениями. Более общей

является ситуация, когда на начальное и конечное состояния системы накладываются некоторые условия. Каждое из условий в пространстве состояний представляется некоторой поверхностью или областью, размерность которой не должна быть больше числа степеней свободы системы. Тогда вектор состояния системы в граничные моменты времени должен находиться на заданной поверхности или в заданной области, что и будет означать выполнение условий.

7.3. Динамическая структурная модель

В динамических системах элементы могут вступать в самые разнообразные отношения между собой. А поскольку каждый из них способен пребывать во множестве различных состояний, то даже при небольшом числе элементов они могут быть соединены множеством различных способов. Построить модель такой системы, предусмотрев изменение состояний одних элементов системы в зависимости от того, что происходит с другими ее элементами, — очень непростая задача. Тем не менее современная наука выработала немало подходов к моделированию такого рода систем. На двух из них, которые стали классическими, остановимся подробнее.

Как и в случае статической структурной модели, динамическая структурная модель представляет собой симбиоз динамической модели «черного ящика» и динамической модели состава. Другими словами, динамическая структурная модель должна увязать в единое целое вход в систему

$$X = \{x(t)\} = \{u(t), v(t)\}, \quad u(t) \in U, \quad v(t) \in V,$$

промежуточные состояния

$$C_t = [c_1(t), c_2(t), \dots, c_n(t)], \quad t \in [0, T],$$

и выход

$$Y = \{y(t)\}, \quad t \in [0, T],$$

- где U — множество управляемых входов $u(t)$;
 V — множество неуправляемых входов $v(t)$;
 $X = U \cup V$ — множество всех входов в систему;
 T — горизонт моделирования системы;
 C_t — промежуточное состояние системы в момент времени $t \in [0, T]$;
 Y — множество выходов системы.

В зависимости от того, отображаются промежуточные состояния системы строго определенной упорядоченной последовательностью

C_t ($t = 0, 1, 2, \dots, T$) или одной неопределенной функцией $C_t = \Phi(t, x^t)$, в результате моделирования получают либо динамическую структурную модель сетевого типа, либо динамическую структурную модель аналитического типа.

Сетевые динамические модели. В динамической структурной модели сетевого типа для каждой пары соседних состояний системы C_{t-1} и C_t ($t \in [0, T]$) задается управляющее воздействие $u(t)$, которое переводит систему из состояния C_{t-1} в состояние C_t . При этом очевидно, что $u(t)$ на каждом шаге траектории может принимать значения из некоторого множества допустимых управляющих воздействий на этом шаге U^t :

$$u(t) \in U^t. \quad (7.1)$$

Таким образом, промежуточное состояние системы в некоторой точке t траектории ее развития записывается следующим образом

$$C^t = F(C_{t-1}, u(t)), \quad t \in [0, T].$$

Обозначим через C^t множество всех состояний системы, в которое можно ее перевести из начального состояния $C_0 = C_n$ за t шагов, используя управляющие воздействия $u(t) \in U^t$ ($t = 0, 1, 2, \dots, t$). Множество достижимости C^t определяется с помощью следующих рекуррентных соотношений:

$$C^t = \{C_t : C_t = f(C_{t-1}, u(t)); u(t) \in U^t; t = 0, 1, 2, \dots, t\}.$$

В задании на дальнейшее развитие или первоначальную разработку системы указывается перечень допустимых ее конечных состояний, которые должны принадлежать некоторой области

$$C_T \in \bar{C}^T. \quad (7.2)$$

Управление $U = \langle u(1), u(2), \dots, u(t), \dots, u(T) \rangle$, состоящее из пошаговых управляющих воздействий, будет допустимым, если оно переводит систему из начального состояния $C_n = C_0$ в конечное состояние $C_k = C_T$, удовлетворяющее условию (7.2).

Выведем условия допустимости управления. Для этого рассмотрим последний T -й шаг. В силу ограниченности множества U^T перевести систему в состояние $C_T \in C^T$ можно не из любого состояния C_{T-1} , а лишь из

$$C_{T-1} \in \bar{C}^{T-1},$$

где $\bar{C}^{T-1}$ — множество, удовлетворяющее условию

$$\forall C_{T-1} \in \bar{C}^{T-1} \exists u(T) \in U^T : C_T = f(C_{T-1}, u(T)) \in \bar{C}^T.$$

Иными словами, чтобы иметь возможность после T -го шага управления выйти в область допустимых состояний $\bar{C}^T$, необходимо после $(T-1)$ шагов находиться в области $\bar{C}^{T-1}$.

Аналогичные множества допустимых состояний $\bar{C}^t$ формируются для всех остальных шагов $t = \overline{1, T-1}$.

Для достижения цели построения (развития) системы необходимо выполнение условий

$$C^t \cap \bar{C}^t \neq \emptyset, \quad t = \overline{1, T}. \quad (7.3)$$

В противном случае цель системы не может быть достигнута. Для преодоления этого препятствия потребуется либо изменить цель системы, изменив тем самым $\bar{C}^T$, либо расширить область возможных управляющих воздействий u^t , $t = \overline{1, T}$ (в первую очередь на тех шагах траектории системы, на которых не выполняется условие 7.3).

Пусть в результате преодоления $(t-1)$ шагов система перешла в состояние C_{t-1} . Тогда множество допустимых управляющих воздействий на t -м шаге определяется следующим образом:

$$\bar{U}(t) = \{u(t) : C_t = f(C_{t-1}, u(t)) \in \bar{C}^t\}. \quad (7.4)$$

Объединяя (7.1) и (7.4), можно записать условия управляемого целенаправленного развития системы:

$$U(t) \in U(t) \cap \bar{U}(t), \quad t = \overline{1, T}. \quad (7.5)$$

Условия (7.5) означают, что управление должно быть возможным по его реализуемости и допустимым по обеспечению выхода системы в заданную область конечных состояний.

Таким образом, построение динамической структурной модели системы сетевого типа заключается в формализованном описании траектории ее развития путем задания промежуточных состояний системы и управляющих воздействий, последовательно переводя-

ших систему из начального состояния в конечное, соответствующее цели ее развития.

Поскольку из «начала» в «конец», как правило, существует множество путей, определение траектории развития системы можно вести по различным критериям (минимуму времени, максимуму эффекта, минимуму затрат и т.п.). Выбор критерия определяется целью моделирования системы.

Такой подход к моделированию динамических систем, как правило, приводит к построению сетевых моделей разных типов (сетевым графикам, технологическим сетям, сетям Петри и т.п.). Независимо от типа сетевой модели их сущность заключается в том, что они описывают некоторую совокупность логически увязанных работ, выполнение которых должно обеспечить построение некоторой системы (предприятия, дороги, политической партии) или перевода ее в другое состояние, соответствующее новым целям и требованиям времени.

Аналитические динамические модели. Если промежуточное состояние системы задается одной неопределенной функцией C_t , то для построения динамической структурной модели ее необходимо увязать с входом X и выходом Y системы. Другими словами, необходимо построить отображения

$$\eta: C \times T \rightarrow Y;$$

$$\mu: X \times T \rightarrow C,$$

что графически можно проиллюстрировать следующим образом:

$$X \xrightarrow{\mu} C \xrightarrow{\eta} Y.$$

Аналитически это можно записать так:

$$y(t) = \eta(t, C_t); \quad t \in [0, T];$$

$$C_t = \mu(t, x^t); \quad t \in [0, T].$$

Конкретизируя множества X , C , Y и отображения μ и η , можно перейти к различным моделям. Так говорят о дискретных и непрерывных моделях систем в зависимости от того дискретный или непрерывный интервал $[0, T]$.

Если множества X , C , Y дискретной модели имеют конечное число элементов, то такую систему называют *конечным автоматом*. Если X , C , Y — линейные пространства, а μ и η — линейные операторы, то система называется *линейной*. Если к линейной сис-

теме дополнительно предъявить требования, состоящие в том, чтобы пространства имели топологическую структуру*, а μ и η были бы непрерывными в этой топологии, то попадаем в класс *гладких систем*.

Конкретизация динамических систем на этом, конечно, не заканчивается. Приведенные модели, скорее всего, являются отдельными примерами реальных систем. В классе моделей динамических систем различают еще стационарные модели, мягкие и жесткие модели, которые находят применение при исследовании конкретных прикладных проблем.

Резюме

Из трех приведенных типов динамических моделей сложных систем наибольшее практическое применение нашли структурные динамические модели сетевого типа. Они используются для моделирования возможных последствий принимаемых решений, т.е. для составления моделей, способных ответить на вопросы типа «что будет, если...», для ресурсного и календарного планирования процессов развития систем, а также для поддержки контрольных процедур в процессе отслеживания траектории системы. Динамические модели аналитического типа в экономике применяются реже, а если и применяются, то преимущественно для исследования макроуровневых систем.

Контрольные вопросы

1. Приведите математическую запись динамической модели «черного ящика».
2. Дайте определение безынерционной системы.
3. Дайте определение памяти системы.
4. Существует ли у системы запоминающий орган (элемент)?
5. Как бороться с колебательным развитием системы, вызванным ее запоздалой реакцией на изменение внешних условий?
6. Приведите примеры систем, процессов или явлений, в которых уже невозможно исправить пагубное развитие ситуации.
7. В чем заключается основная сложность моделирования систем с запаздыванием?

* Топология — раздел математики, изучающий характеристики множеств, которые не меняются при однозначных и непрерывных отображениях. Задание топологической структуры множества позволяет строго определить основные понятия анализа на этом множестве (например, сходимость последовательностей на нем) и вводить метрику (меру близости между элементами пространства).

8. Какие виды динамики изучает теория систем?
9. В чем заключается функционирование системы?
10. В чем заключается развитие системы?
11. Что изучает экономический анализ?
12. Что является методологической основой экономического анализа?
13. Дайте определение понятию «состояние системы».
14. Как фиксируется состояние динамической системы?
15. В чем заключается экономическая интерпретация понятия «степень свободы»?
16. Что такое «траектория системы» и как она задается?
17. Дайте математическую интерпретацию развитию системы.
18. Приведите математическую запись динамической модели состава системы и дайте ей содержательную интерпретацию.
19. Как задаются граничные состояния системы?
20. Приведите общую математическую запись динамической модели системы.
21. Дайте математическую интерпретацию управлению.
22. Приведите математическую запись динамической структурной модели сетевого типа и дайте ей содержательную интерпретацию.
23. Приведите математическую запись динамической структурной модели аналитического типа и дайте ей содержательную интерпретацию.

Темы рефератов и эссе

- Динамические модели экономических процессов Форестера.
- Динамические модели управления проектированием информационных экономических систем.
- Модели и алгоритмы игры в шахматы.
- Лаговые модели.

Раздел III. Структурные построения экономических систем

Глава 8. Организационная структура экономической системы

В предыдущих главах мы все чаще и чаще обращались к понятию «структура», воспринимая его преимущественно на интуитивном уровне. Однако, учитывая исключительную важность этого понятия для любой экономической системы, попытаемся восполнить этот пробел и как можно глубже разобраться в его сущности, теоретическом содержании и практическом применении. Структуру экономической системы можно определить как простую совокупность ее подразделений, увязанных в единое целое отношениями подчиненности и ответственности. Ее предназначение заключается в обеспечении результативности и эффективности функционирования системы в настоящее время и в обозримой перспективе. На практике это предназначение реализуется с помощью конкретных координационных механизмов, которые наряду с элементарным составом экономической системы являются предметом рассмотрения в этой главе.

8.1. Структура системы

Высокая изменчивость экономической среды обуславливает соответствующие ей изменения во внешнем облике и внутреннем содержании непосредственных участников экономической жизни: организаций, предприятий, компаний, корпораций и других хозяйствующих субъектов. Для того чтобы выживать и быть эффективными, необходимо постоянно адаптироваться к новым условиям, а еще лучше влиять на них и определять направления будущих изменений. Возникает вопрос: как в условиях высокой динамики внешней среды сохранить целостность экономического субъекта и обеспечить его эффективное и результативное функционирование в обозримой перспективе?

Известно, что за целостность любой экономической системы в первую очередь отвечает ее структура. Она увязывает элементы и составные части системы в единое целое, используя для этого целый спектр властных, профессиональных, социальных и духовных зависимостей. В индустриальную эпоху именно структура как жесткая внутренняя конструкция определяла устойчивость экономической системы в бурной рыночной стихии.

На современном этапе высокая жесткость и чрезмерная неподатливость изменениям организационной структуры может сослужить плохую службу хозяйствующему субъекту. Неспособность

адаптироваться к изменяющимся внешним условиям может положить начало к ухудшению его рыночного позиционирования, сокращению производства, постепенному закату и прекращению существования. Таким образом, в современных условиях организационная структура должна обладать гибкостью, уметь быстро перестраиваться и обеспечивать целостность и эффективность хозяйствующего субъекта в условиях динамично меняющейся внешней среды.

Структура любой системы определяется числом и разнообразием связей между ее элементами. Чем их больше и чем разнообразнее они взаимодействуют между собой, тем сложнее и устойчивее система. Следовательно, для успешного функционирования системы в ближайшей и отдаленной перспективе она должна иметь развитую организационную структуру. Это требование в одинаковой мере относится к ее управляемой и управляющей подсистемам.

Структуру управляемой подсистемы любой экономической системы в первую очередь определяют ее назначение (миссия) и технология выполнения основных производственных функций. Структура управляющей подсистемы в меньшей степени зависит от технологии производства и большей частью определяется непосредственным содержанием функций управления. А поскольку содержание функций управления мало меняется от объекта к объекту, то с определенной долей осторожности можно говорить об универсальности структуры организационного управления экономическими системами вообще. Широкое распространение управленческого консалтинга и безболезненная «миграция» управленцев из компании в компанию являются достаточно убедительными аргументами истинности такого утверждения.

Чтобы грамотно синтезировать организационную структуру управления, необходимо расписать процесс выполнения перечня функций (функционала) экономической системы по ее сотрудникам, т.е. трансформировать функционал в обязанности отдельных менеджеров. Поскольку функционал системы наилучшим образом прописан в стратегическом плане, то в основу разделения обязанностей между менеджерами следует поставить стратегию развития организации. Таким образом, стратегия организации первична, а ее структура вторична. Но это, казалось бы, очевидное правило выполнимо только для вновь проектируемых экономических систем. В подавляющем большинстве случаев, все наоборот: структура экономической системы определяет ее стратегию. И чем дольше существует система, тем строже воспроизводится эта закономерность.

Дело в том, что процесс изменения управленческой структуры чрезвычайно сложный, болезненный и рискованный для тех, кто его затеял, поскольку неизбежно затрагивает интересы властей пре-держажших. При этом те, кому выгодно сохранить прежний уклад, станут врагами перемен, а те, кто может от них выиграть, — в лучшем случае станут их вялыми сторонниками.

Стратегию в отличие от структуры изменить несложно. Оценив сложившуюся обстановку, менеджеры экономической системы принимают стратегическое решение. Это решение может быть директивным или коллегиальным в зависимости от принятого порядка выработки решений. Но если этим решением не предполагается изменение структуры власти, оно никогда не будет выполнено. Существующая структура является столь мощной и непреодолимой силой, что сводит на нет все стратегические решения. Форма (структура) диктует содержание (функцию). И если не подвергать эту форму периодическому анализу и пересмотру, она омертвеет.

Чтобы избежать подобной ситуации, чрезвычайно важно продумать все составляющие механизма выработки и реализации управленческих решений в самом начале синтеза/реструктурирования системы управления и должным образом включить их в базовую модель организационной структуры. Это означает, что любая реструктуризация управления начинается с анализа текущих и предстоящих функций системы и синтеза на этой основе новой организационной структуры, которая в наибольшей степени будет соответствовать миссии экономической системы и задачам ее стратегического развития. В дальнейшем остается наметить наименее болезненный путь перевода структуры из одного состояния в другое и составить детальный план движения по этому пути.

8.2. Координация в управлении экономическими системами

В основе любой организованной человеческой деятельности лежат два фундаментальных, но противоположных требования: 1) разделение труда на отдельные задачи; 2) координация работ по выполнению этих задач в единый организованный процесс. Для надлежащего удовлетворения отмеченных требований проектируется соответствующая организационная структура, представляющая собой совокупность специализированных подразделений (под выполнение каждой задачи) и широкий спектр взаимосвязей между ними. Взаимосвязи представляют собой не что иное, как координа-

ционные механизмы, которые должны обеспечить выполнение второго фундаментального требования. Одни из них формируются специально на стадии проектирования организационной структуры, другие складываются стихийно в процессе функционирования экономической системы.

Классическая теория организационного дизайна различает пять разновидностей координационных механизмов:

- взаимное согласование;
- прямой контроль;
- стандартизацию рабочих процессов;
- стандартизацию выпуска;
- стандартизацию квалификации.

Взаимное согласование обеспечивает координацию действий посредством неформальных коммуникаций. Контроль над процессом труда и координацию действий осуществляют сами работники в процессе непосредственного выполнения работы. Взаимное согласование используется в небольших организациях и на начальных этапах реализации любого нового проекта.

Прямой контроль включает определение заданий линейным исполнителям, наблюдение за их действиями и ответственность за конечный результат. Потребность в этой разновидности координационного механизма появляется по мере роста экономической системы. Ее суть сводится к тому, что один менеджер отвечает за работу нескольких линейных исполнителей. Использование такой разновидности координационного механизма характерно для организаций механистического типа.

Стандартизация рабочих процессов включает точную спецификацию или программирование содержания труда. Она достигается на стадии разработки технологического процесса еще до начала самого процесса труда. Например, рабочим сборочного конвейера автомобилестроительного завода не нужно беспокоиться о согласовании действий, поскольку об этом уже давно позаботился технолог. Он четко расписал кто, что и в каком порядке должен делать.

Стандартизация выпуска — это изначальная спецификация конечных результатов труда. Причем это могут быть как параметры изделий, так и объемы производства. Например, комплектующие на одно изделие могут изготавливаться на разных предприятиях и должны удовлетворять ранее согласованным стандартам и допускам. В то же время для каждого производственного подразделения некоторой корпорации задаются планы выпуска, прибыли и роста, выполнение которых они должны обеспечить любыми доступными средствами в строго установленные сроки.

Стандартизация квалификации — это наличие определенной суммы навыков и знаний у работников. Обычно эти знания приобретают еще до начала трудовой деятельности в профильных учебных заведениях по принятым программам подготовки специалистов. Стандартизация квалификации косвенно способствует достижению стандартизации рабочих процессов или результатов труда. Именно она контролирует и координирует целенаправленную совместную деятельность анестезиолога и хирурга, декана и заведующего кафедрой, механика и водителя.

Выбор и комбинирование механизмов координации — вечная тема менеджмента. Люди, работающие в небольших группах, как правило, быстро приспосабливаются друг к другу и координируют совместную деятельность взаимными согласованиями. Однако с увеличением группы возникает необходимость в лидере, который руководит работой всех остальных членов группы, используя механизм прямого контроля. При дальнейшем росте организации и усложнении труда появляется устойчивая тенденция к стандартизации.

Решая простые и однообразные задачи, экономической системе достаточно стандартизировать сам труд. Выполнение более сложных задач заставляет обратиться к стандартизации выпуска, т.е. спецификации результатов труда, оставляя за работником определение способа достижения этого стандарта. Когда труд настолько сложен, что стандартизировать его конечные результаты становится невозможно, прибегают к стандартизации квалификации работников. А в самых сложных случаях опытные руководители добиваются выполнения задания с помощью неформальных коммуникаций, т.е. возвращаются к механизму взаимного согласования.

В зависимости от конкретных условий экономическая система делает выбор в пользу определенного механизма координации. Однако это не означает, что она должна полагаться на единственный координационный механизм. На практике, как правило, комбинируется несколько механизмов. Независимо от степени стандартизации всегда необходима некая доля прямого контроля и взаимного согласования. Тем не менее вопросы сочетания и пропорций использования тех или иных координационных механизмов до настоящего момента являются больше творческими, чем инженерными. Представителям экономической науки еще предстоит найти алгоритмы их решения.

8.3. Структурообразующие части экономической системы

Элементы структуры должны быть подобраны таким образом, чтобы обеспечить внутреннюю слаженность организационных механизмов.

Классическая теория организационного дизайна утверждает, что организационная структура включает пять основных блоков: операционное ядро, стратегический апекс, административный персонал, технократический персонал и вспомогательный персонал (рис. 8.1)*. Коротко остановимся на функциональном назначении каждого блока организационной структуры экономической системы.

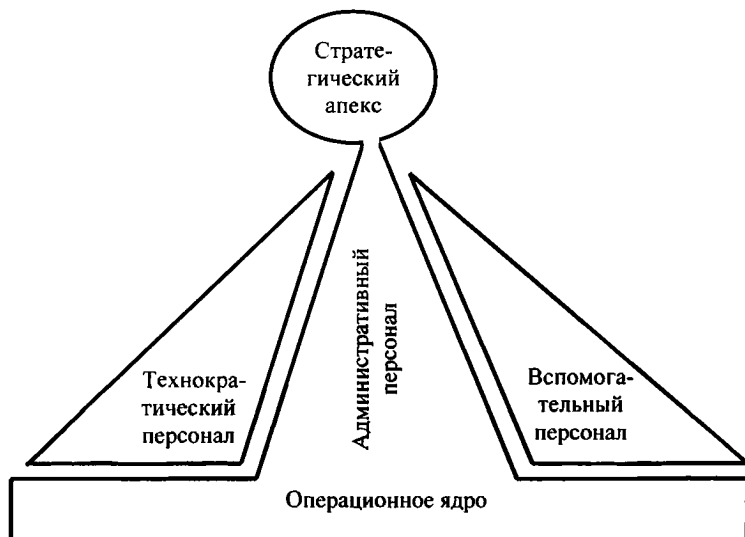


Рис. 8.1. Модель состава структуры экономической системы

Операционное ядро составляют операторы (линейные исполнители), выполняющие основную работу по производству. Другими словами, операторы обеспечивают выполнение функций, непосредственно связанных с основной деятельностью экономической системы — производством продукции или оказанием услуг.

В число этих функций входят:

- обеспечение исходной базы производства (приобретение и доставка сырья и комплектующих материалов);
- производство готовой продукции (услуг);
- распределение (продажа) готовой продукции;
- обеспечение нормальных исходных условий для успешной работы системы (техническое обслуживание оборудования,

* Минцберг Г. Структура в кулаке: создание эффективной организации: Пер. с англ. СПб.: Питер, 2001.

управление запасами, конструкторская подготовка производства и т.п.).

С точки зрения организационной структуры и рабочие на автомобилестроительном заводе, и преподаватели в университете, и врачи в больнице, и актеры в театре, и официанты в ресторане являются типовыми операторами в своих системах.

Стратегический апекс следует ассоциировать с человеком или группой, обеспечивающими стратегическое управление экономической системой. Сюда входят высшее руководство, их секретари, ассистенты и помощники. Стратегический апекс обязан обеспечить эффективное выполнение системой своей миссии и обслуживание потребностей тех, кто ее контролирует или наделен властью над ней. Стратегический апекс выполняет три круга обязанностей.

1. *Прямой контроль*, включающий:
 - распределение ресурсов;
 - санкционирование принципиальных решений;
 - разрешение конфликтов;
 - структурирование организации;
 - подбор кадров;
 - мониторинг работы сотрудников;
 - мотивация сотрудников (поощрения и наказания);
 - прямые распоряжения.
2. *Управление пограничными условиями*, предусматривающее:
 - информирование влиятельных субъектов внешней среды о деятельности системы;
 - контакты с высокопоставленными лицами;
 - переговоры с заинтересованными субъектами;
 - осуществление протокольных функций.
3. *Разработка стратегии экономической системы*, включающая:
 - формулирование целей или ценностных ориентиров;
 - определение критериев их достижения;
 - формирование программы стратегического развития.

Поскольку стратегия представляет собой связующее звено между системой и внешней средой, постольку формирование стратегии заключается в интерпретации внешних условий и выработке линии организационных решений (собственно стратегии), отвечающих миссии экономической системы, усиливающих ее позиции на рынке и обеспечивающих безопасное функционирование. Координация действий топ-менеджеров, как правило, достигается методами взаимного согласования.

Административный персонал — иерархия промежуточных полномочий между операционным ядром и стратегическим апексом. Сю-

да входят непосредственные руководители над операторами и начальники над руководителями. Другими словами, административный персонал — это цепь менеджеров, наделенных формальными полномочиями, соединяющих стратегический апекс и операционное ядро и воплощающих координационный механизм прямого контроля. Длина цепочки зависит от размеров экономической системы и того, в какой мере она полагается на прямой контроль. Поскольку прямой контроль требует тесного личного контакта между менеджером и оператором, постольку одной из основных характеристик административного персонала служит норма управляемости, которая представляет собой предельное число сотрудников, подчиненных одному менеджеру.

Менеджер административного подразделения — посредник в потоке принятия решений. Наверх он передает информацию об отклонениях в работе подразделения, предложения об изменениях, проекты решений, требующие санкции, а вниз транслирует ресурсы, подлежащие распределению в подразделении, проекты и планы, подлежащие реализации, и другую информацию директивного порядка. Менеджер административного подразделения также управляет пограничными условиями своего подразделения и участвует в разработке его стратегии.

Технократический персонал составляют аналитики, отвечающие за стандартизацию деятельности экономической системы. С появлением аналитиков прямой контроль заменяется стандартизацией, что ассоциируется с *институционализацией* управленческого труда. Другими словами, институционализация труда заключается в стандартизации деятельности организации и ее адаптации к условиям внешней среды.

Стандартизация уменьшает необходимость в прямом контроле. Трем известным механизмам координации деятельности — стандартизации рабочих процессов, стандартизации выпуска и стандартизации квалификации — соответствуют три типа аналитиков:

- техники-нормировщики, стандартизирующие рабочие процессы;
- аналитики по планированию и контролю, стандартизирующие результаты;
- аналитики-кадровики, стандартизирующие квалификацию.

На *нижних уровнях* аналитики стандартизируют рабочий поток, включая составление графиков работы и инструкций операторам, разработку и внедрение системы контроля качества. На *верхних уровнях* они стандартизируют интеллектуальную деятельность организации, включая обучение менеджеров среднего звена, формиро-

вание методик и алгоритмов решения информационных задач, разработку системы стратегического планирования и финансового контроля.

Технократический персонал эффективен только тогда, когда использование аналитических инструментов позволяет повысить производительность труда других работников экономической системы.

Вспомогательный персонал занят обслуживанием системы. Он должен обеспечить нормальное функционирование ее структурных подразделений. В состав этого структурного компонента, как правило, входят научные подразделения, маркетинговая служба, служба связей с общественностью, поликлиника, столовая и другие подразделения, поддерживающие жизнедеятельность экономической системы. Вспомогательный персонал косвенно способствует реализации функционала системы. Возникает вопрос: почему система предпочитает обеспечивать поддержку основного процесса собственными силами, ведь очень многое из обеспечивающих функций можно передать на аутсорсинг? Ответ заключается в том, что в целях обеспечения должного уровня безопасности экономической системы ее менеджеры стремятся держать вспомогательные службы под пристальным контролем, чтобы снизить неопределенность при покупке услуг на стороне.

Вспомогательные единицы существуют на разных уровнях иерархии. Их местоположение зависит от получателей услуги. Например, правовой отдел и служба связей с общественностью располагаются ближе к вершине, научно-исследовательские отделы и отдел ценообразования размещаются на среднем уровне, а на самом нижнем уровне блока «вспомогательный персонал» расположены подразделения, непосредственно обеспечивающие деятельность операционного ядра: охрана, столовая, почта, служба управленческого учета. Каждая единица использует удобный для нее механизм координации, например правовой отдел — стандартизацию квалификации, научная лаборатория — взаимное согласование, столовая — стандартизацию рабочих процессов.

Спектр вспомогательных функций все время расширяется за счет углубления и специализации. Однако поскольку для многих вспомогательных единиц характерна узкая специализация, то большей частью они полагаются на профессиональные кадры, а следовательно, используют координационный механизм стандартизации квалификации.

Как видно из рис. 8.1, небольшой стратегический апекс соединяется расширяющейся книзу административной вертикалью с большим операционным ядром. Эти ключевые части организации

обычно связаны между собой единой цепочкой формальных властных полномочий. Блоки «технократический персонал» и «вспомогательный персонал» отделены от главной линии власти и оказывают на нее лишь косвенное влияние. Сотрудники подразделений, входящих в эти блоки, вырабатывают рекомендации для линейных менеджеров и участвуют в принятии решений, но не имеют права непосредственно отдавать приказы вне сферы своей компетенции.

Приведенный базовый состав структурообразующих блоков экономической системы в каждом конкретном случае будет иметь свое оригинальное наполнение, которое определит и размеры каждого ее блока, и его взаимоотношение с другими блоками, и распределение властных полномочий, и другие параметры организационного дизайна. Чтобы создать конкретную конфигурацию организационной структуры, потребуется особым образом сопоставить ее элементы с внешними ситуационными факторами (отраслевой принадлежностью организации, стадией ее жизненного цикла, используемой технологической системой и т.п.) и учесть пожелания заказчика, касающиеся отдельных параметров системы.

8.4. Централизация и децентрализация управления

Системы, в которых руководство высшего звена оставляет за собой большую часть полномочий, необходимых для принятия важнейших решений, называются централизованными. В децентрализованных системах полномочия распределены по нижестоящим уровням управления. Понятно, что централизация — самое сильное средство координации деятельности экономической системы. Однако существует по крайней мере три причины, обуславливающие необходимость децентрализации принятия решений:

- 1) не все решения может объять один центр или разум одного человека;
- 2) децентрализация принятия решений позволяет системе оперативно реагировать на изменения внешней среды;
- 3) децентрализация обеспечивает мотивацию сотрудников, предоставляя им право принятия решений.

Различают вертикальную и горизонтальную децентрализацию. Рассредоточение власти вниз по цепочке линейных полномочий называют *вертикальной децентрализацией*. Если принятие решений передается за рамки административной вертикали к аналитикам, вспомогательному персоналу или операторам, то такое рассредоточение власти называют *горизонтальной децентрализацией*.

При децентрализации сотрудники, участвующие в принятии одного решения, наделены разными объемами полномочий. Чтобы понять, что в действительности имеется в виду под контролем над принятием решений, на рис. 8.2 приведена схема этого процесса.

На самом деле речь идет не о контроле над решениями, как таковыми, а о контроле над действиями — контроле над тем, какие шаги фактически предпринимаются системой для достижения определенного результата. Властные полномочия руководителя определяются тем, в какой степени он контролирует шаги Π_1 — Π_5 . Контроль над входящей информацией со стороны некоторого менеджера означает, что именно он определяет, какие факторы будут учтены при принятии решения, и в случае тщательной фильтрации такой контроль будет равносителен контролю над выбором решения.

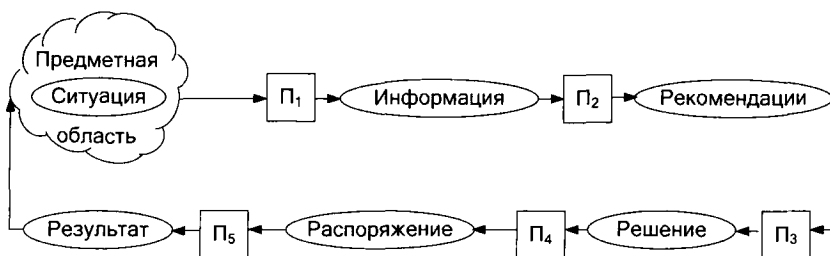


Рис. 8.2. Структура процесса принятия решений:

Π_1 — сбор информации; Π_2 — обработка информации и формулирование рекомендаций; Π_3 — выбор решения (определение того, что должно быть сделано); Π_4 — санкционирование и авторизация решения; Π_5 — исполнение

Еще более важным является право рекомендовать, поскольку советчик направляет суждения лица принимающего решения (ЛПР) в определенное русло. Право санкционировать выбор решения дает и возможность его блокирования, а право реализации решения допускает его корректирование или даже искажение. Таким образом, ЛПР, осуществляющее непосредственный контроль над процедурой выбора, делит власть со сборщиками информации, советчиками, вышестоящими авторизаторами и нижестоящими исполнителями.

В случае вертикальной децентрализации необходимо найти ответ на следующие вопросы:

- какие права на принятие решений следует делегировать вниз по цепочке полномочий;
- насколько далеко распространяется делегирование полномочий;

- как следует контролировать и координировать использование данных прав.

Как правило, право принимать решение обычно остается на том уровне, на котором наилучшим образом может быть собрана необходимая информация. Исходя из того, что все решения, принимаемые в экономической системе, можно объединить в четыре больших класса — производственные, маркетинговые, финансовые и социально-правовые — ее можно описать как систему рабочих созвездий. На вершине располагается финансовое созвездие, уровнем ниже — производственное, а в промежутке маркетинговое и социально-правовое. Таким образом, складывается селективная вертикальная децентрализация принятия решений. Финансовые решения принимаются на стратегическом апексе с участием финансовой службы, относящейся к вспомогательному персоналу, производственные решения концентрируются в административной вертикали и требуют участия аналитиков, маркетинговые размещаются во вспомогательных подразделениях, а социально-правовые рассредоточены по всем частям экономической системы.

Для координации решений в такой вертикальной децентрализованной системе используется прямой контроль. Менеджеры стратегического апекса оценивают и санкционируют решения каждого созвездия. Однако широкое применение данной формы координации равносильно редцентрализации управления и, следовательно, аннулированию преимуществ селективной децентрализации.

При горизонтальной децентрализации предполагается передача части властных полномочий от линейных менеджеров к аппаратным менеджерам, включающим аналитиков, вспомогательный персонал и операторов. Обсуждая передачу власти за рамки линейной структуры, мы вторгаемся в область неформальной власти, в частности контроля над сбором информации, выработкой рекомендаций линейным менеджерам и исполнением их решений. В то же время принятие и авторизация (санкционирование) решений остаются в рамках линейной структуры.

Когда для координации используются системы стандартизации, часть властных полномочий должна перейти от линейных менеджеров к аналитикам технократических подразделений. И чем строже стандартизация, тем могущественнее аналитики. Уступают власть аналитикам сотрудники, процесс труда которых стандартизируется. В первую очередь к ним относятся операторы и менеджеры, работа которых становится институционализированной. Этот тип ограничений горизонтальной децентрализации фактически способствует

децентрализации системы по вертикали, уменьшая власть линейных менеджеров нижнего уровня по сравнению с полномочиями вышестоящих линейных менеджеров. Другими словами, системы, которые в деле координации полагаются на технократическую стандартизацию, довольно децентрализованы и по вертикали, и по горизонтали.

Стандартизация рабочих процессов предоставляет работнику некоторую автономию, поскольку он знает, что он может предпринять, а чего предпринимать не имеет права. Однако в бюрократических системах, в которых действует множество правил, использование любого другого координационного механизма предоставляет большую свободу действий сотрудникам. Так, если процесс труда координируется посредством стандартизации квалификации, то сотрудники могут сами выбирать рабочие процессы и определять выпуск.

Другими словами, координационные механизмы образуют континуум, на полюсах которого *прямой контроль*, характерный для наибольшей горизонтальной централизации, и *взаимное согласование*, присущее наибольшей горизонтальной децентрализации; промежуточное положение занимают три формы стандартизации: рабочих процессов, выпуска и квалификации (рис. 8.3).

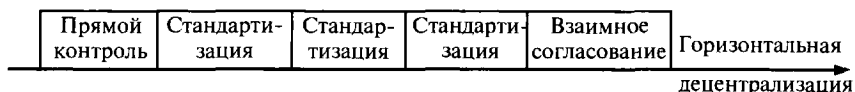


Рис. 8.3. Координационные механизмы горизонтальной децентрализации

Поскольку стандартизация рабочих процессов следует за прямым контролем, то можно предположить, что использующие ее экономические системы являются относительно централизованными. В то же время, если труд профессиональных операторов координируется с помощью стандартизации квалификации, можно заключить, что использующие ее экономические системы относительно децентрализованы по горизонтали. Когда для координации используются специальные знания и навыки, система вынуждена передавать власть тем, кто ими владеет, — профессионалам. Эти профессионалы могут работать в технократических или вспомогательных подразделениях, операционном ядре или административных подразделениях. Однако независимо от того, в каком подразделении трудятся профессионалы, они определяют ситуацию в своих организациях; так, врачи главенствуют в больницах, профессора — в вузах, а актеры — в театрах.

Выделяют профессиональную власть трех типов:

- неформальную профессиональную власть, наложенную на традиционную структуру профессиональных полномочий (в этом случае знающие профессионалы имеют возможность манипулировать менеджерами, принимающими решения);
- профессиональную власть, соединяющуюся с официальными полномочиями (линейные менеджеры объединяются с аппаратными специалистами в специальные целевые группы для решения конкретной задачи, в которых доля участия человека в принятии решения соответствует тому знанию, которое он может привнести в этот процесс);
- профессиональную власть операторов (власть смещается в операционное ядро и принадлежит профессионалам-операторам).

Становится очевидной очень интересная и очень важная взаимосвязь: чем профессиональнее экономическая система, тем более децентрализована ее структура, причем в обоих направлениях. Это позволяет прояснить связь бюрократии и централизации и выделить два типа бюрократических структур: централизованную и децентрализованную.

В *централизованной бюрократии* операционная деятельность является специализированной, но неквалифицированной. Она относительно централизованна как по вертикали, так и по горизонтали, потому что вся власть над принятием решений находится в руках старших менеджеров и небольшого числа аналитиков, вырабатывающих рабочие стандарты для остальных сотрудников.

В *децентрализованной бюрократии* операционное ядро состоит из профессионалов. Стандарты навязываются экономической системе извне профессиональными объединениями, которые обучают операторов, а впоследствии управляют их поведением через установление определенных правил. Но поскольку труд профессионалов требует значительной автономии, этот тип бюрократии является относительно децентрализованным в обоих направлениях, а власть концентрируется у операторов на нижнем уровне. Другими словами, чем больше власти делегируется носителю знаний, а не должности, тем больше структура децентрализуется и по горизонтали, и по вертикали.

Децентрализация может считаться полной, когда власть базируется не на занимаемой должности или знании, а на принадлежности к организации. Если каждый на равных участвует в принятии решений, то мы имеем дело с демократической организацией.

Попытки демократизировать централизованные системы, надеясь рабочих правом избирать директоров, всячески привлекая их к участию в принятии решений, коллективно устанавливая правила, ограничивающие власть менеджеров, или создавая свободные коммуникативные каналы, так или иначе ведут назад к централизации. В неволонтерских системах в лучшем случае возможно установление меритократии*, а не демократии, и только тогда, когда перед ними ставятся профессиональные задачи.

Отмеченные здесь моменты необходимо учитывать при проектировании организационных структур управления. Дисгармония между характером труда и конфигурацией организационной структуры может обусловить выработку неэффективных управленческих решений, ведущих к закату и гибели экономической системы.

Резюме

Организационная структура экономической системы имеет свою специфику, которая во многом определяет концентрацию власти, методологию выработки и реализации управленческих решений, инструментальную и организационную поддержку управления. Соответствие организационной структуры назначению экономической системы и текущему состоянию внешней среды является ключевым условием ее результативности и эффективности в настоящий момент и обозримой перспективе.

Контрольные вопросы

1. Кто ответственен за сохранение целостности экономической системы?
2. В чем заключается системность понятия «фирма»?
3. Как соотносятся число и разнообразие связей с устойчивостью структуры экономической системы?
4. Что первично: стратегия или структура экономической системы?
5. Назовите необходимое условие выполнения стратегического решения.
6. Как формируются структурообразующие связи экономической системы?

*Меритократия (от англ. merit — достоинство, заслуга) — система, в которой положение человека в обществе определяется его способностями.

7. Перечислите разновидности координационных механизмов, придающих единство и целенаправленность деятельности экономической системы.
8. В чем заключается сущность координационного механизма взаимного согласования?
9. Каковы характерные особенности координационного механизма прямого контроля? Приведите примеры.
10. Приведите примеры использования координационного механизма «стандартизация процессов» и дайте ему рекомендательную характеристику.
11. В чем заключается сущность координационного механизма «стандартизация выпуска»?
12. Охарактеризуйте координационный механизм «стандартизация квалификации» и приведите примеры его использования.
13. Каким образом координационные механизмы связаны с ростом и развитием организации?
14. Справедливо ли утверждение, что любая экономическая система должна полагаться на использование единственного координационного механизма?
15. Перечислите основные структурообразующие блоки экономической системы.
16. Какие элементы экономической системы входят в состав ее операционного ядра? Перечислите основные функции операционного ядра экономической системы.
17. Какие элементы экономической системы образуют ее стратегический апекс (стратегическую вершину)? Определите круг функциональных обязанностей стратегического апекса экономической системы.
18. Какие элементы экономической системы входят в состав ее административного персонала? Определите круг функциональных обязанностей административного персонала экономической системы.
19. Какие элементы экономической системы входят в состав ее технократического персонала? Перечислите функции технократического персонала экономической системы и укажите, как они согласуются с функциями ее других структурообразующих блоков.
20. Какие элементы образуют блок вспомогательного персонала экономической системы? Опишите функции вспомогательного персонала экономической системы.
21. Перечислите причины децентрализации управления экономической системой.
22. В чем заключается специфика вертикальной и горизонтальной децентрализации управления? Приведите примеры вертикальной и горизонтальной децентрализации управления.

23. Приведите структурную схему процесса принятия решений и дайте ей содержательную интерпретацию.
24. Определите сущностное содержание селективной вертикальной децентрализации принятия решения и приведите ее примеры.
25. Каким образом горизонтальная децентрализация принятия решений в экономической системе связана с координационными механизмами обеспечения ее единства и целенаправленной деятельности?
26. Дайте характеристики централизованной и децентрализованной бюрократии. Приведите примеры.

Темы рефератов и эссе

- Организационная структура современного вуза.
- Демократия и меритократия: что более приемлемо для современного российского общества.
- Динамика внешней среды и жесткость организационной структуры: как найти «золотую середину».

глава 9. Параметры организационного дизайна

Известно, что сущность подавляющего большинства видов созидательной деятельности — строительства, машиностроения, компьютерной обработки данных, массового искусства, прикладной науки, конструкторского дела, организационного менеджмента — составляет проектирование или дизайн. Это означает, что каждому созидательному результату предшествует разработка проекта, в котором изначально закладываются необходимые рычаги или параметры управления. В этой главе рассматриваются основные параметры проектирования организационной структуры экономических систем.

Успешность выработки и реализации управленческих решений в сильной степени зависит от организационной структуры хозяйствующего субъекта. В конечном итоге именно структура определяет уровень разделения труда и механизмы координации производственной деятельности. При проектировании организационной структуры необходимо провести специализацию и стандартизацию каждой должностной позиции, определить принципы группирования отдельных должностных позиций в структурные подразделения, механизмы координации работ, степень делегирования полномочий и многие другие моменты организационного дизайна. По существу, каждый из перечисленных моментов представляет собой отдельный проектный параметр, посредством которого можно влиять на конфигурацию организационной структуры.

9.1. Параметры специализации труда, обучения и индоктринации

Одним из ключевых проектных параметров является *специализация труда*. Как известно, специализация труда имеет два измерения: горизонтальное и вертикальное.

Горизонтальная специализация измеряется числом задач, выполняемым на данном рабочем месте. Чем больше задач входит в функции должностной позиции, тем ниже горизонтальная специализация, и наоборот, чем меньше задач, тем выше специализация должностной позиции. Специализация рабочих мест преследует цель повышения производительности труда. Это достигается за счет стандартизации действий, уменьшения затрат на обучение (вследствие сокращения круга должностных обязанностей) и гармонизации подбора и расстановки кадров (заполнение каждой должностной

позиции специалистом, стиль работы, образование и физические данные которого в наибольшей степени соответствуют содержанию труда на данной позиции).

Вертикальная специализация измеряется степенью контроля над выполнением задач, относящихся к данной должностной позиции. Если сотрудник просто выполняет работу, не задумываясь над тем, как он это делает, а контроль за выполнением работы и ее результатами осуществляет другой специалист, то мы имеем дело с узкой вертикальной специализацией труда. Если же сотрудник не только выполняет работу, но и контролирует каждый аспект своего труда, — налицо вертикальное расширение должностных обязанностей, которые тем шире, чем больше ответственности за процесс и результат труда сконцентрировано на данной должностной позиции.

В случае глубокой специализации по горизонтали информативность работника сужается. Ему трудно соотнести свои обязанности с обязанностями других сотрудников. Поэтому контроль над трудом поручается менеджеру, имеющему необходимые представления и знания для координации рабочих заданий, или аналитику, который будет координировать их посредством стандартизации. Из этого следует вывод, что необходимость в вертикальной специализации обусловлена горизонтальной специализацией производственного процесса.

Однако это утверждение справедливо не всегда. Например, высокоспециализированный труд преподавателя, требующий специального образования, высокого мастерства и знания своего дела, препятствует установлению жесткого контроля со стороны менеджеров и технократического персонала, что ограничивает вертикальную специализацию. Такую сложную, горизонтально специализированную трудовую деятельность называют профессиональной. К ней обычно относят работу юристов, экономистов, врачей и представителей других специальностей, деятельность которых специализирована горизонтально, а не вертикально.

Возникает вопрос: в какой степени и в каком направлении может быть специализирован управленческий труд? С одной стороны, менеджеры всех уровней выполняют некоторый перечень взаимосвязанных задач, обеспечивающих выработку и реализацию управленческих решений, и с этой точки зрения их деятельность специализирована горизонтально. Но, с другой стороны, роли менеджеров настолько разнообразны и им так часто приходится переключаться с одних задач на другие, что о горизонтальной специализации управленческого труда говорить трудно.

Степень вертикальной специализации управленческой деятельности варьируется в зависимости от уровня иерархии. Если высшие

руководители наделены значительной свободой выбора, то руководители нижнего уровня (бригадир на конвейере, мастер сборочного цеха) в сильной степени подчинены весу полномочий и стандартам. В этой связи работу последних вряд ли можно назвать руководящей.

В таблице 9.1 представлена информация о специализации отдельных частей организационной структуры хозяйствующего субъекта. В ее верхней левой части концентрируются менеджеры, непосредственно примыкающие к операционному ядру организации механистического типа. Для них характерны однообразные, повторяющиеся рабочие задания. Там осуществляется наиболее специализированная деятельность. В верхней правой части таблицы концентрируются менеджеры, которые сохраняют значительный контроль над своим трудом. Их рабочие задания характеризуются низкой горизонтальной специализацией.

Таблица 9.1. Специализация частей организационной структуры

<i>Вертикальная специализация</i>	<i>Горизонтальная специализация</i>	
	<i>Высокая</i>	<i>Низкая</i>
<i>Высокая</i>	Операционное ядро и вспомогательные подразделения в механистической организации	Нижний уровень административного персонала
<i>Низкая</i>	Технократический персонал, операционное ядро и вспомогательные подразделения в профессиональной бюрократии	Верхний уровень административного персонала и топ-менеджеры организации

Сложную, горизонтально специализированную трудовую деятельность обычно относят к профессиональной. Такой деятельности отведена левая нижняя часть таблицы. В ней концентрируются представители технократического персонала, вспомогательных подразделений и операционного ядра профессиональных бюрократий. В нижней правой части таблицы концентрируются менеджеры, деятельность которых в наименьшей степени подвержена специализации. К ним относится топ-менеджмент экономической системы, а также некоторые руководители технократических и вспомогательных подразделений.

При проектировании должностных позиций очень важно найти золотую середину в степени специализации рабочих заданий. Глубокая специализация в обоих направлениях может обернуться бедствием для работника и его мотивации к труду. Жесткая регламентация деятельности отбирает у работника право на инициативу и превращает его в средство достижения чужих целей. В этой связи в целях повышения качества трудовой жизни в противоположность специализации в последнее время наблюдается тенденция укрупнения рабочих заданий. Однако необходимо помнить, что укрупнение рабочих заданий оправданно до тех пор, пока польза от заинтересованных в этом сотрудников будет компенсировать потери от неоптимальной технологической специализации.

Таким образом, и вертикальная, и горизонтальная специализация представляет собой очень тонкие параметры организационного дизайна, которыми необходимо умело пользоваться для достижения приемлемого результата.

В проектировании организационной структуры хозяйствующего субъекта очень важное место занимает *профессиональная подготовка* сотрудников и их *адаптация* в рабочей среде. Данные параметры организационного дизайна специфицируют требования, предъявляемые к кандидатам на ту или иную должность. С их помощью экономические системы определяют, какие знания и навыки должны иметь их сотрудники и каких норм поведения они должны придерживаться. Для проверки соответствия кандидатов требованиям должностных позиций устанавливаются специальные процедуры найма, отбора и расстановки кадров. Некоторые хозяйствующие субъекты разрабатывают собственные программы развития у сотрудников необходимых качеств. В любом случае преследуется одна цель: обеспечение того, что занявший некую должностную позицию работник будет демонстрировать надлежащее поведение.

Обучение — это процесс освоения знаний и навыков, относящихся к некоторой работе или конкретной должностной позиции. Если сумма знаний и набор рабочих навыков известны и рационализированы, организация разделяет их на простые, а затем для достижения координации полагается на формализацию поведения (например в автомобилестроении: автомобили собирают рабочие, имеющие минимальные навыки и знания). Однако если выполнение рабочих заданий требует гибких знаний и определенных умений, одновременно сложных и нерационализированных, на обучение работник должен

затратить значительное время. Если же знания, которые необходимы для выполнения некоторых обязанностей, вообще не оформлены в письменном виде, то их получают непосредственно на рабочем месте: новичок становится подмастерьем у мастера, которого в свое время точно так же обучал наставник.

Отмеченные три разных вида обучения имеют отношение к трем разным видам труда: неквалифицированному труду, профессиональному труду и ремеслу. Для любой деятельности обучение в той или иной степени необходимо, но для профессиональной деятельности оно становится ключевым параметром. Специальное профессиональное образование, как правило, получают еще до начала работы в специализированных заведениях — колледжах, институтах, академиях и университетах. Таким образом, организации уступают учебным заведениям некоторый контроль не только над отбором сотрудников, но и над методами, которые те используют в своей работе. При этом они теряют в приверженности: профессионалы больше склонны отождествлять себя с профессией, нежели с организацией, в которой они работают.

Для менеджеров профессиональное обучение желательно, но не обязательно. Деятельность менеджеров, безусловно, весьма сложна, однако не всегда имеет четкие рамки, и поэтому формальное обучение не является для них основным условием. Несомненно, некоторым навыкам и знаниям необходимо обучаться, но очень многое в работе руководителя (то, без чего менеджмент едва ли можно назвать профессией) остается за рамками учебников. Руководители многих важных общественных институтов (в первую очередь правительственных) часто вообще не имеют специального управленческого образования. Их работа сродни ремеслу: они учатся, наблюдая за деятельностью своих наставников, работая бок о бок с ними.

Профессиональная образовательная программа едва ли способна вместить все знания и умения, необходимые на определенном рабочем месте. Всегда что-то останется вне спецификации и стандартизации. Поэтому за профессиональной подготовкой обычно следует практика и стажировка на рабочем месте, чтобы социализировать и индоктринировать нового сотрудника в рабочую среду.

Социализация представляет собой процесс изучения системы ценностей, норм и обязательных моделей поведения общества, организации или группы, в которые человек собирается войти. По-

средством *индоктринации** — система к собственной выгоде официально социализирует (подготавливает к жизни в коллективе) своих сотрудников. И то и другое является элементами *интернализации*, т.е. усвоения принятых моделей поведения.

Как и обучение, внутриорганизационная индоктринация частично осуществляется еще перед тем, как человек приступит к работе. К примеру, впервые поступая на работу в крупную корпорацию, новоявленные обладатели степени MBA (мастер-бизнес администрирования) часто проходят программы домашнего воспитания. Они обязаны проработать по очереди в разных отделах, как правило, на первичных управленческих (а то и рабочих) должностях. Всех тонкостей работы за короткое время они не узнают, но познакомиться с культурой организации смогут.

Во многих случаях индоктринация может дополняться программами по укреплению организационной лояльности: совместными мероприятиями, выступлениями высшего руководства с воодушевленными речами, ротация работников и т.п. Программы внутрисистемной индоктринации приобретают особую значимость в случае, когда деятельность имеет секретный характер или выполняется вне организации. В первую очередь это относится к деятельности дипломатических работников, миссионеров, руководителей зарубежных филиалов транснациональных корпораций.

Поскольку в любой организации руководители, кроме всего прочего, являются хранителями идеологии, то индоктринация для менеджеров является очень важным параметром. Частые встречи в формальной и неформальной обстановке, установление социальных личных связей (кумовство, женитьба детей, соседство по месту жительства) нередко являются простыми элементами индоктринации. На сегодняшний день жизнь топ-менеджеров многих организаций напоминает закрытые клубы, в которых не только работа, но и обыденная жизнь полностью подчинены корпоративным интересам.

Из сказанного следует, что конкретные виды деятельности экономическая система может либо контролировать напрямую посред-

* Понятие «индоктринация» охватывает широкий спектр явлений, характеризующих мышление и поведение человека в самых разных жизненных ситуациях. В настоящее время в отечественной научной психологии этот термин не используется. В данном контексте под индоктринацией следует понимать некритическое принятие личностью чужих идей (доктрин). Речь идет об особом состоянии психики, специфическом механизме и одновременно процессе идентификации личности с группой через принятие групповых ценностей, идей или доктрин — истинных или ложных (*прим. ред.*).

ством собственных процедур и правил, либо прибегнуть к косвенному контролю, нанимая обученных профессионалов. Таким образом, формализация и обучение, по сути, замещают друг друга. Но это не означает, что одно полностью исключает другое. В большинстве случаев менеджеры корпорации не только полагаются на профессиональное образование, но и устанавливают определенные корпоративные правила.

Более того, формализация и обучение тесно связаны с централизацией и децентрализацией управления. Так, формализация поведения отбирает формальную власть у операторов и инспектирующих их менеджеров, концентрируя ее на вершине административной иерархии и в технократическом блоке. Это обеспечивает централизацию организации в обоих направлениях. Обучение и индоктринация имеют прямо противоположный эффект: знания концентрируются ниже административной иерархии, тем самым децентрализуя структуру в обоих направлениях. Объединив эти положения, приходим к выводу, что специализация неквалифицированного труда приводит к централизации структуры в обоих направлениях, тогда как специализация квалифицированного труда децентрализует ее также в обоих направлениях.

9.2. Параметры формирования структурных подразделений и определения их размеров

Формирование структурных подразделений, определение их функций и установление взаимосвязей между ними составляют сущность одной из ключевых задач проектирования или реорганизации организационной структуры хозяйствующего субъекта. С позиции организационного дизайна *группирование организационных единиц* — это проектный параметр, с помощью которого в систему вводится координационный механизм прямого контроля. Следовательно, группирование укрепляет систему общего контроля над всеми должностными позициями и организационными единицами. Но, с другой стороны, поскольку при группировании предполагается общность ресурсов должностных позиций и организационных единиц (сотрудники и подразделения экономической системы совместно используют общие помещения, бюджет и оборудование), а также установление общих показателей результативности действий, постольку это побуждает их к координации действий посредством взаимного согласования. Таким образом, группирование стимулирует действие двух важных координационных механизмов: прямого кон-

троля и взаимного согласования — и образует основу третьего — стандартизации выпуска, поскольку для каждого структурного подразделения можно задать план и номенклатуру выпуска. Два оставшихся механизма координации (стандартизация рабочих процессов и стандартизация квалификации) применяются для автоматической координации деятельности отдельных сотрудников, а следовательно, могут использоваться независимо от того, как группируются должностные позиции.

Но по той же причине, по какой группирование содействует координации внутри организационной единицы, оно создает проблемы координации между подразделениями. Сосредоточение коммуникаций внутри подразделений ведет к изоляции членов разных организационных единиц, которые становятся дифференцированными в разных направлениях — по целям, по временной перспективе, по стилям межличностных взаимодействий, по степени формализации структур и по профессиональному языку. В результате у каждого подразделения развиваются склонности к концентрации исключительно на собственных проблемах, что приводит еще к большему обособлению.

Группирование должностных позиций в организационные единицы первого и более высоких порядков осуществляется по шести базовым принципам:

1) по знаниям и навыкам (в экономическом университете финансисты относятся к одной кафедре, бухгалтеры — к другой, менеджеры — к третьей);

2) по рабочим процессам и функциям (на машиностроительном предприятии имеются литейные, сварочные и обрабатывающие цеха, современные компании, как правило, структурируются по бизнес-функциям и включают маркетинговый, инженерно-конструкторский, производственный, сбытовой и финансовый департаменты);

3) по времени (многие предприятия имеют дневную и ночную смены);

4) по выпуску (крупная производственная компания, как правило, создает подразделение для каждой товарной линии: одно — по производству хрустальных изделий, другое — по производству стеклотары, а третье — по выпуску игрушек);

5) по клиентам (в крупных банках есть отделы, работающие с vip-клиентами и обычными вкладчиками);

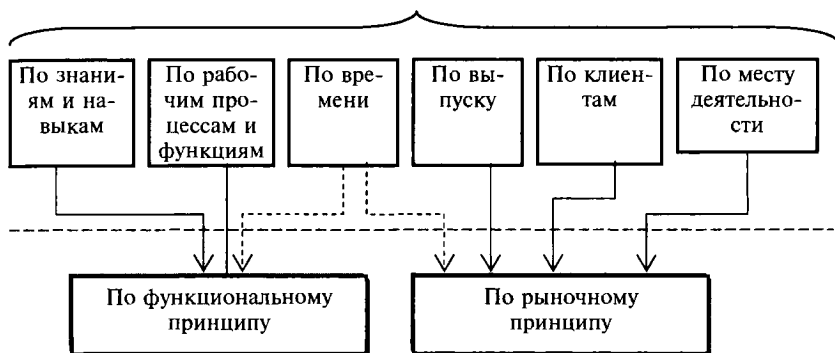
6) по месту деятельности (крупная хлебопекарня открывает одинаковые пекарни в нескольких районах города, а врачи больни-

цы группируются по отделениям — терапевтическому, хирургическому, кардиологическому и т.п.).

Все эти основания группирования могут быть сведены к двум агрегированным: *рыночному*, охватывающему принципы группирования по выпуску, клиенту и месту деятельности, и *функциональному*, включающему принципы группирования по знаниям и навыкам, рабочим процессам и функциям (рис. 9.1).

Группирование по времени относится к обеим категориям. В результате обнажается принципиальное различие между группированием деятельности по обслуживаемым рынкам (т.е. товарам, услугам и местам продажи их клиентам) и по функциям (включая рабочие процессы, навыки и знания, которые экономическая система использует для выпуска товаров и услуг).

Локальные принципы



Агрегированные принципы

Рис. 9.1. Агрегирование принципов группирования

Осуществляя группирование по *функциям*, экономическая система может объединить человеческие и материальные ресурсы из разных рабочих потоков. Функциональная структура путем установления схем служебного продвижения, формализации назначения специалистов на вакантные должности и других регламентных положений способствует специализации. Это обеспечивает высокий технологический уровень экономической системы.

Однако эти же особенности составляют и главную слабость функциональной структуры. Акцент на узкую специализацию за-

слоняет общий результат. Внимание отдельных работников сосредоточено на методах и средствах, а не на конечных целях системы. Кроме того, в функциональной структуре очень сложно увязать работу структурных подразделений с конечным результатом. Например, когда уровень продаж падает, неизвестно, кого винить: то ли отдел маркетинга за вялую рекламную кампанию, то ли производственный отдел за низкое качество продукции, то ли отдел сбыта за неумение работать с покупателями.

На самом деле функциональной структуре не хватает внутреннего механизма координации рабочего потока. В отличие от рыночных структур, которые удерживают зависимости рабочего потока внутри отдельных организационных единиц, функциональные структуры затрудняют и взаимное согласование между разными специалистами, и прямой контроль со стороны руководителя подразделения. Такая структура является неполной и ей необходимы дополнительные средства координации. Естественно, что организационные единицы переадресовывают проблемы координации вверх по иерархии, пока те не достигнут того уровня, на котором пересекаются функции, связанные с конкретной ситуацией.

Функциональные структуры тяготеют к бюрократизации. Их работа обычно сильно формализована, что требует развитой техно-административной структуры — множества аналитиков для формализации труда и высокой иерархии менеджеров для координации деятельности всех функциональных подразделений.

Рыночное группирование используется для создания относительно замкнутых организационных единиц, которые будут иметь дело с конкретными рабочими потоками. В идеальном случае каждое подразделение выполняет все функции для данного набора продуктов, услуг, клиентов или регионов. Вниманием работников безраздельно завладевают рынки. Процессы отодвигаются на второй план. В этой связи ввиду необходимости существования взаимного согласования и прямого контроля непосредственно внутри подразделения система ограничивает применение формализации в целях координации и менее склонна к бюрократизации.

Вследствие упора на координацию различных сфер деятельности специализация процесса ослабевает. У рыночной структуры меньше сходства с машиной, она хуже приспособлена для выполнения специализированных или повторяющихся задач. Но она способна выполнять большее число задач и облегчает переключение между ними. Присущая ей гибкость объясняется относительной независимостью организационных единиц.

Тем не менее рыночный принцип группирования — не панацея. В сравнении с функциональной рыночная структура более расточительна по отношению к ресурсам, особенно на самом нижнем уровне, поскольку каждое подразделение стремится иметь все свое. С другой стороны, ввиду меньшей функциональной специализации рыночная структура не может воспользоваться эффектом масштаба.

Следовательно, если особое значение имеют зависимости рабочего потока и если их не удастся ограничить с помощью стандартизации, система должна попытаться справиться с ними путем рыночно ориентированного группирования, что позволяет облегчить прямой контроль и взаимное согласование. Однако если рабочий поток не регулярен (как в ремонтной мастерской), а зависимости рабочего потока легко ограничиваются с помощью стандартизации или на первый план выходят зависимости процесса (как в организациях со сложным оборудованием), тогда система должна воспользоваться преимуществами специализации и выбрать для группирования функциональный принцип.

Что касается группирования должностных позиций в разных частях экономической системы, то естественно предположить, что для операционного ядра более распространен функциональный принцип. Он же преобладает на нижних уровнях административной иерархии. На верхних уровнях администрации чаще всего используется рыночный принцип группирования, особенно в крупных корпорациях. Аппаратный персонал (как аналитические, так и вспомогательные подразделения) напоминает однородные кластеры, которые с позиции целесообразности могут быть разделены на небольшие организационные единицы по обслуживаемым отделам (часто рыночно ориентированным) или представлять собой крупные подразделения, обслуживающие корпорацию в целом.

Один из ключевых вопросов организационного дизайна касается *размера структурных подразделений* экономической системы. От того, насколько крупны или мелки ее структурные подразделения, очень зависит конечная конфигурация организационной структуры. По существу, требуется получить ответы на два вопроса:

- сколько сотрудников должно быть в подчинении у каждого менеджера, т.е. какова норма управляемости в различных подразделениях организации;
- какой должна быть управленческая надстройка — высокой, с малыми структурными подразделениями и низкой нормой

управляемости, или широкой, с крупными структурными подразделениями и значительной нормой управляемости.

В начале XX в. доказывалось, что ни один менеджер не может непосредственно контролировать работу более чем пяти, в крайнем случае — шести работающих в связке друг с другом сотрудников. Отдельные авторы увеличивали значение нормы управляемости до числа Колмогорова (7 ± 2). Однако уже в середине века встречаем значение нормы управляемости 12, 44, 50 и больше человек. Возникает резонный вопрос: неужели за столь короткое время умения, знания и возможности менеджеров так выросли?

Дело в том, что авторы первых публикаций по менеджменту в вопросе координации работ ориентировались исключительно на прямой контроль. Однако прямой контроль — лишь один из многих координационных механизмов, определяющих число должностных позиций, объединенных в одно структурное подразделение, или число организационных единиц, объединенных в более крупное подразделение (в обоих случаях под началом одного менеджера). Кроме него, как известно, существует еще как минимум четыре координационных механизма: стандартизация процессов, стандартизация выпуска, стандартизация квалификации и взаимное согласование, — которые в той или иной мере влияют на значение этого параметра.

Например, деятельность менеджера может быть институционализирована посредством стандартизации или заменены взаимным согласованием в рамках группы. Замена прямого контроля иными координационными механизмами влияет на размер организационной единицы. В организационном дизайне существует следующая закономерность: чем больше используется стандартизация, тем более крупной может быть организационная единица. И это понятно: чем в большей степени координация достигается посредством стандартизации, тем меньше времени приходится тратить менеджеру на прямой контроль каждого сотрудника и, следовательно, тем больше у него может быть подчиненных.

Стандартизация выпуска и квалификации также приводят к укрупнению организационных единиц. Чем выше квалификация работников, тем менее строго за ними приходится следить и тем многочисленнее может быть организационная единица. Можно предположить, что в этом же направлении действует и стандартизация выпуска. Жесткий контроль над исполнением (выпуском), всевозможные правила и предписания, а также программы обучения и индоктринации для сотрудников в состоянии исключить необходимость прямого контроля со стороны руководителя.

По сравнению с прямым контролем и стандартизацией механизм взаимного согласования оказывает противоположное действие: чем больше используется взаимное согласование (вследствие зависимостей между различными задачами), тем меньше размер рабочей единицы. Этому есть два объяснения:

1) чем более взаимозависимы задачи (не важно, простые или сложные) организационной единицы, тем больше потребность в контактах между менеджером и работниками в целях координации деятельности (менеджер обязан пристально следить за деятельностью подразделения и быть готовым в любой момент принять решение или дать совет);

2) если выполняемые в подразделении задачи не просто взаимосвязаны, но и сложны, то их выполнение трудно контролировать, поэтому вместо усиления прямого контроля приходится полагаться на взаимное согласование (для координации своих действий работники вынуждены тесно взаимодействовать, а результативное взаимодействие возможно только в небольшой структурной единице и в комфортных условиях).

Но этот принцип срабатывает не всегда. Профессионализм (стандартизация квалификации) обуславливает большие размеры организационных единиц, но тем не менее исследовательские высокопрофессиональные структуры (а именно там решаются сложные взаимосвязанные задачи) тяготеют к небольшим, камерным коллективам.

Причина заключается в характере профессиональной деятельности, которая всегда сложна, но не всегда взаимосвязана. По сути, есть два типа профессионального труда — *автономный* и *зависимый*, которые предопределяют и две разные структурные формы. В одном случае стандартизация квалификации справляется с большинством зависимостей, поэтому во взаимном согласовании почти нет нужды, а профессионалы могут работать автономно в крупных подразделениях (аудиторские фирмы, образовательные учреждения и другие организации, в которых отдельные профессионалы обслуживают собственных клиентов). В другом случае остаются зависимости, которые нельзя охватить с помощью стандартизации квалификации, поэтому требуется взаимное согласование (профессионалы должны работать совместно в небольших формальных подразделениях — исследовательских лабораториях или консультационных фирмах).

Что касается «высоты» и «ширины» организационных структур, необходимо помнить следующее. Высокие вертикали структуры (с

небольшими организационными единицами на каждом уровне, что обуславливает множество уровней) удовлетворяют потребность работников в безопасности, поскольку менеджер всегда находится в пределах достижимости и легко доступен. Правда, эти структуры не отвечают потребностям творческих личностей, стремящихся к автономии и самореализации, и поэтому нравятся исключительно высшему руководству. Менеджеры нижних уровней находят удовлетворение в более широких структурах (с крупными организационными единицами и небольшим числом иерархических уровней), где они чувствуют себя более свободными.

Учитывая сказанное, можно сделать общий вывод о том, что размер организационной единицы увеличивается в результате действия следующих факторов:

- стандартизации всех трех типов;
- сходства задач, выполняемых в подразделении;
- потребности сотрудников в самостоятельности и самореализации;
- необходимости уменьшения искажений информации, передаваемой вверх по иерархии.

Напротив, размер организационной единицы уменьшается в результате действия:

- необходимости в строгом прямом контроле;
- потребности во взаимном согласовании выполнения сложных взаимозависимых задач;
- наличия у менеджера других (помимо инспекторских) обязанностей;
- высокой востребованности консультаций и советов менеджера у сотрудников подразделения.

Можно предположить, что самые крупные организационные единицы будут существовать в операционном ядре, так как именно в этой части системы в целях координации чаще всего используется стандартизация (прежде всего стандартизация рабочих процессов). Работа менеджера, как правило, сложна, поэтому можно предположить, что размер административных подразделений зависит преимущественно от взаимосвязей, существующих на данном уровне иерархии.

Выбор в пользу рыночного группирования часто объясняется тем, что оно сдерживает зависимости рабочего процесса в рамках каждой организационной единицы. Напротив, функциональное группирование часто не справляется с этими зависимостями, тре-

буя, чтобы либо менеджер более высокого уровня координировал рабочий поток нескольких разных организационных единиц, либо сотрудники каждой данной организационной единицы делали это сами посредством взаимного согласования. Таким образом, организационной единице более высокого порядка можно подчинить на много больше рыночно ориентированных единиц, чем функциональных подразделений.

Поскольку в разных экономических системах на разных уровнях административной иерархии используются разные принципы группирования, не стоит ожидать, что административные подразделения крупной корпорации будут равномерно высокими или широкими. Они будут волнообразными: широкими там, где группирование базируется на рынках, и высокими там, где оно базируется на функциях.

Поскольку с повышением уровня иерархии управленческие решения становятся все более сложными и меньше поддаются регламентации, то можно ожидать увеличения потребности во взаимном согласовании на верхних уровнях и соответственного уменьшения размеров организационных единиц. Поэтому вся управленческая иерархия, как правило, напоминает конус с малым углом у вершины.

Координация операционных и административных действий обычно требует взаимного согласования, т.е. гибкой коммуникации за рамками цепи полномочий. Это, конечно, отнимает у линейного менеджера много времени. Поэтому можно предположить, что там, где число зависимостей линейных и/или аппаратных функций велико, объем ответственности административного персонала должен быть меньшим. В экономических системах с множеством технократических и вспомогательных функций в административных подразделениях обычно формируются малые организационные единицы.

Все это приводит к интересному выводу: экономические системы, стремящиеся сильно формализовать операционную деятельность, являются крайне бюрократическими. Несмотря на то что нормы управляемости менеджеров нижнего уровня ввиду повсеместной стандартизации являются относительно большими, объем ответственности менеджеров верхних уровней иерархии должен быть уменьшен в силу потребности во взаимном согласовании с аппаратными сотрудниками. По этой же причине следует соблюдать малые размеры большинства технократических и вспомогательных подразделений.

9.3. Параметры нештатного взаимодействия и формализации поведения элементов организационной структуры

Зачастую для достижения требуемой степени координации деятельности подразделений экономической системы оказывается недостаточно ни прямого контроля, ни всех трех форм стандартизации — рабочих процессов, выпуска и квалификации. Тогда для достижения надлежащей работы подразделений система должна обратиться к *взаимному (нештатному) согласованию*. Для этого существует ряд нештатных должностных позиций и групп, которые должны поддерживать взаимодействия сотрудников, подразделений и производных от них образований. К их числу следует отнести связующие должностные позиции, специальные группы, постоянные комитеты, менеджеров-интеграторов и матричные структуры. Коротко остановимся на каждой из перечисленных позиций.

Когда координация деятельности двух единиц требует большого числа контактов, в организации может быть введена должность «связника», с тем чтобы коммуникации между этими организационными единицами осуществлялись непосредственно, минуя вертикальные каналы. Данная должность не дает никакой формальной власти, но поскольку занимающий ее сотрудник обслуживает «перекресток» коммуникативных каналов, он приобретает большое влияние. Это влияние является неофициальным и основывается на знаниях, а не на статусе.

Когда членам разных организационных единиц для обсуждения рабочих проблем необходимо регулярно вступать во всесторонние контакты и для этого официально определяются участники совещаний и, возможно, составляется регулярный график проведения, то такие совещания могут рассматриваться как часть официальной организационной структуры хозяйствующего субъекта. Различают два вида инструментов совещательных взаимодействий: специальную группу и постоянный комитет. *Специальная группа* создается для решения конкретной задачи, после выполнения которой она подлежит расформированию. *Постоянный комитет* работает регулярно. На его заседаниях обсуждаются проблемы, представляющие общий интерес.

Когда организация нуждается в более тщательной координации, чем рассмотренные выше, она может ввести должность менеджера-интегратора и наделить его официальными властными полномо-

чиями. Над старой структурой ставится новый сотрудник (иногда с собственной организационной единицей), которому делегируются полномочия, которыми ранее были наделены разные структурные подразделения. Однако эти полномочия никогда (по определению) не простираются до официальной власти над сотрудниками этих подразделений. Чтобы контролировать их поведение, менеджер-интегратор больше должен пользоваться дипломатическими методами и умением убеждать, чем своим правом влиять на решения. Менеджер-интегратор не может быть эффективным без сильного чувства сопричастности с проблемами хозяйствующего субъекта.

Ни один отдельно взятый принцип группирования не охватывает всех зависимостей организации. Иногда для сохранения баланса экономической системе приходится использовать два (или даже три) принципа, что ведет к формированию так называемых матричных структур. При использовании матричной структуры приходится жертвовать принципом единоначалия. Разные линейные менеджеры равны по статусу и несут одинаковую ответственность за одни и те же решения. Поэтому они вынуждены согласовывать между собой возникающие неувязки, что выражается в неустойчивом балансе власти.

Выделяют два вида матричной структуры: *постоянную*, в которой оставшиеся зависимости более или менее стабильны, что, как следствие, обеспечивает устойчивость организационных единиц, и *переменную* — когда взаимозависимости, а следовательно, и организационные единицы претерпевают частые изменения. Примером перманентной матричной структуры могут служить международные подразделения современных транснациональных корпораций, которые создают условия для тесных взаимодействий регионального менеджера с менеджером, осуществляющим общее руководство конкретной товарной линией. Им обоим подчиняются региональные менеджеры по продукту, которым, в свою очередь, подчинены функциональные менеджеры. Переменная матричная структура обычно используется в проектной деятельности. Руководитель проекта и руководитель функционального отдела обладают одинаковой властью над членами проектной команды.

Хотя матричная структура представляет собой наиболее эффективный инструмент для развития новых направлений деятельности и координации сложных множественных зависимостей, она совершенно не отвечает условиям надежности и стабильности. Отсутствие принципа единоначалия вносит сумбур, обуславливает несовместимость и конфликты, а следовательно, требует от членов ко-

манды хороших навыков межличностного взаимодействия и способности работать в неопределенности.

Если говорить о составных частях организационной структуры, то нештатное взаимодействие наиболее характерно для менеджеров административной иерархии и аппаратных специалистов. Экономические системы, в которых аппаратные группы тесно сотрудничают с организационными единицами административной иерархии, настолько интенсивно используют инструменты нештатного взаимодействия, что различия между линейными и штабными полномочиями стираются, а три блока системы — административные, технические и вспомогательные подразделения — образуют одну бесструктурную массу отношений взаимного согласования.

Операционному ядру и стратегическому апексу инструменты нештатного взаимодействия также не чужды. Однако, если для операционного ядра больше характерны специальные группы и матричные структуры, то для стратегического апекса более уместны постоянные комитеты и связующие должностные позиции — помощники, советники, которые обеспечивают контакт стратегической вершины с другими частями организации.

Что касается отношений между инструментами нештатного взаимодействия и системами планирования и контроля, то по крайней мере в некоторой степени, использование этих двух параметров организационного дизайна взаимно исключает друг друга. Организация, не способная сдерживать зависимости задач путем проектирования отдельных должностных позиций и организационной структуры в целом, воспользуется либо стандартизацией выпуска, либо инструментами нештатного согласования.

Проектирование организационной структуры хозяйствующего субъекта помимо выделения должностных позиций и формирования из них структурных подразделений включает документирование должностных прав и обязанностей, а также полномочий и предназначений структурных подразделений в нормативных документах. Процесс и результат такого документирования называют *формализацией поведения*. Данный параметр организационного дизайна отображает способ, посредством которого система пытается ограничить свободу действий своих сотрудников и стандартизировать их поведение при выполнении работы. Поведение может быть формализовано тремя основными способами:

- 1) по *должности*, когда специфицируется непосредственно процесс труда, как, например, в должностной инструкции;

2) по *рабочему потоку*, когда специфицируется содержание труда — что надо сделать, как, например, в заказе на печатные работы;

3) по *правилам*, когда разрабатываются и фиксируются в так называемых руководствах общие спецификации, регламентирующие буквально все — от формы одежды до порядка использования бланков.

Независимо от способа формализации каждый из них регулирует поведение работника. То, как надлежит выполнить рабочее задание, определяет не сам сотрудник, а специалист, разработавший спецификацию. Как правило, это аналитик из технократического подразделения.

Основная причина формализации поведения сотрудников — необходимость координации их действий. Нередко власти прибегают к формализации в целях наведения порядка. Не секрет, что формальные структуры наиболее упорядочены и прозрачны: каждый работник на своем месте, все процессы расписаны, все ситуации просчитаны. Известно, что стандартизация содержания труда — очень жесткий координационный механизм. Следовательно, соответствующий ему проектный параметр — формализация поведения — используется тогда, когда рабочие задачи требуют четкой, тщательной продуманной координации.

В публичных организациях (гостиницах, ресторанах, правительственных структурах) формализация поведения должна обеспечить непредвзятое отношение к клиентам. Так, метрдотель или официант должен одинаково обращаться со всеми посетителями заведения. Особенно чувствительны к обвинениям в фаворитизме правительственные организации. Поэтому они разрабатывают множество правил и четкие регламенты. Одни правила защищают интересы клиентов, другие — сотрудников правительственной структуры.

Экономические системы, которые для достижения координации полагаются преимущественно на формализацию поведения, называют бюрократиями*. В научный оборот это понятие ввел Макс Вебер для описания особого типа организационной структуры. В конечном счете бюрократия, по Веберу, основывается на следующих трех принципах:

- 1) фиксации сфер должностных полномочий;
- 2) должностной иерархии и ранговой власти;

* От французского *bureau* — бюро, т.е. стол или конторка. Структуру относят к бюрократической, если поведение в этой структуре в значительной степени предопределяется, прогнозируется, и в конечном итоге поддается стандартизации.

3) тотального документирования управленческих решений и распоряжений.

В соответствии с первым принципом должностные полномочия обычно регламентируются правилами, т.е. законами или административными установлениями. В административных установлениях прописывается, как регулируется деятельность, диктуемая целями управляемой структуры, как она рассредоточивается по служебным обязанностям различных должностных позиций, как распределяются властные полномочия и какими мерами принуждения, наказания, материального и морального поощрения они поддерживаются.

В соответствии со вторым принципом — должностной иерархии и ранговой власти — в организационной структуре бюрократического типа существует строго регламентированная система верховенства и подчинения, в которой вышестоящие должности осуществляют контроль нижестоящих. Каждый сотрудник напрямую подчинен только одному вышестоящему руководителю, и все вопросы коммуникаций, поощрения и наказания сотрудника решаются только через него.

Принцип тотального документирования означает, что все управление в бюрократической организации реализуется посредством письменных документов, зарегистрированных в определенном порядке и хранимых в виде оригиналов или копий в установленном месте.

Для работы в бюрократической организации предполагаются определенная профессиональная квалификация работника и его всесторонняя специальная подготовка непосредственно на рабочем месте. Подготовка включает получение необходимых познаний в вопросах правового, административного, коммерческого и других регламентов.

Бюрократия, как и ее противоположность — органическое построение, различным частям экономической системы присуща в разной степени. Наиболее характерна бюрократия для операционного ядра. В нем, как правило, обнаруживаются самые стабильные условия производства и самые повторяемые задачи, что само по себе порождает стандартизацию и формализацию.

На высших уровнях иерархии управления деятельность менее однообразна и, следовательно, менее формализованна. Деятельность стратегического апекса, которому приходится иметь дело с самыми изменчивыми явлениями, поддается программированию в наименьшей степени. Поэтому ближе к вершине, как правило, можно обнаружить органическую структуру, в которой координация базируется на взаимном согласовании или прямом контроле. В технократических и вспомогательных подразделениях организации

также одновременно могут существовать как бюрократические, так и органические фрагменты.

9.4. Параметры планирования и контроля

Для придания устойчивости организационной структуре и обеспечения бесперебойного функционирования экономической системы служит система планирования и контроля, цель которой — стандартизировать выпуск. Ее внутреннее содержание определяют два ключевых понятия, которые отражают два параметра организационного дизайна: план и контроль.

Цель *плана* — точная спецификация выпуска, т.е. стандарта, который желательно получить на выходе, а цель *контроля* — оценка соответствия полученного результата установленному стандарту. Эти понятия очень тесно увязаны: не может быть контроля без предварительного планирования, а планы в отсутствие последующего контроля просто утрачивают смысл. Таким образом, план и контроль регулируют выпуск и косвенным образом — поведение.

Различают два принципиально разных типа систем планирования и контроля:

- системы контроля результатов, которые нацелены преимущественно на мониторинг итоговых результатов;
- системы планирования действий, которые акцентируют внимание на регулировании конкретных шагов и действий.

Система контроля результатов представляет собой средство стандартизации выпуска, а система планирования действий — средство формализации поведения.

Цель *контроля результатов* — регулирование общих показателей деятельности организационной единицы. Такие системы используются преимущественно там, где подразделения группируются по рыночному принципу. Система контроля результатов способствует ослаблению прямого надзора за деятельностью рыночной единицы и обеспечивает свободу, необходимую для поиска собственных решений и действий. В силу этого крупные организации формируют свои рыночные подразделения (дивизионы) как отдельные центры прибыли или инвестиций, возлагая на них ответственность за финансовые результаты.

Система контроля результатов может иметь два аспекта: измерительный и мотивационный. В первом случае она используется только для того, чтобы своевременно сигнализировать об ухудшении/улучшении показателей деятельности организационной едини-

цы, для последующей выработки корректирующих воздействий, а во втором применяется, чтобы побудить подразделения к достижению более высоких результатов путем интенсификации усилий и мобилизации резервов.

В системах управления по целям, которые, по существу, являются подмножеством систем контроля результатов, предполагается участие менеджеров подразделений в разработке стандартов, благодаря чему менеджеры проникаются целями экономической системы, и их стремление к решению задач усиливается. Однако мотивационный аспект сопряжен с различными проблемами.

Во-первых, менеджер организационной единицы получает сильный стимул к занижению нормативов и искажению отчетной информации, направляемой по контуру обратной связи. Во-вторых, непосредственная связь между стандартами результативности и конкретными решениями отсутствует. В такой ситуации можно только уповать на то, что менеджер учитывает стандарты при принятии решений. В-третьих, может оказаться, что стандарты окажутся невыполнимыми по не зависящим от менеджера причинам, и тогда, если не приостановить систему контроля результатов, менеджер будет невинно наказан.

В функциональных структурах производственная деятельность выполняется последовательно или в процессе взаимобмена. Это означает, что поставить конкретные цели перед той или иной организационной единицей чрезвычайно трудно. Поэтому системы контроля результатов не в состоянии справиться с взаимозависимостями функциональных единиц, и экономическая система вынуждена использовать другие средства.

Действующий через иерархию полномочий прямой контроль и стандартизация рабочих процессов (посредством формализации поведения) являются ключевыми механизмами координации труда в функциональных структурах. Такой выбор обусловлен высокой жесткостью, присущей этим координационным механизмам. Но порой и они не в состоянии охватить все зависимости. Тогда организация вынуждена обращаться к системам планирования и контроля, направленным на стандартизацию выпуска, в частности к планированию действий.

В отношении *планирования действий* следует сделать два замечания. Во-первых, в отличие от контроля результатов при планировании действий не всегда признается автономия организационной единицы и оно не всегда отражается на принципах группирования. Во-вторых, планирование действий перестает быть чистой формой

стандартизации выпуска. Скорее, это нечто среднее между стандартизацией выпуска и стандартизацией рабочих процессов.

Учитывая выше сказанное, нетрудно упорядочить арсенал средств, имеющийся в распоряжении организационного дизайнера, по степени ужесточения:

- *контроль результатов* устанавливает общие стандарты результатов на некоторый период времени без привязки к конкретным действиям;
- *планирование действий* устанавливает конкретные решения, которые должны быть приняты и выполнены в определенные моменты времени;
- *формализация поведения* устанавливает средства, с помощью которых должны быть выполнены решения и осуществлены намеченные действия.

В итоге планирование действий оборачивается формализацией поведения, выражающейся в спецификации рабочего потока. К планированию действий прибегают в том случае, если речь идет о необычных (не рутинных) шагах, связанных с изменениями или перестройкой. Для регулирования рутинных повторяющихся шагов достаточно формализации поведения.

На всех уровнях иерархии экономической системы находятся разные формы планирования действий и контроля результатов (рис. 9.2). Так, на верхних уровнях административной иерархии предполагается бюджетирование и производственное планирование и в соответствии с этим контроль исполнения бюджетов и выполнения плановых заданий. На нижних уровнях административной иерархии предполагается ресурсное и календарное планирование и составление рабочих заданий, что, в свою очередь, требует контроля в разрезе ресурсов, сроков и исполнителей.

Когда осуществляется контроль результатов, то цели, бюджет и стандарты для организационных единиц и должностных позиций могут вырабатываться на любом уровне — от стратегического апекса до операционного ядра. На апексе определяются общие организационные цели; в верхней части административной вертикали базируется система финансовой отчетности (когда крупные рыночные единицы рассматриваются как центры прибыли или инвестиций); в середине административной вертикали функционируют системы расчета стандартов, имеющие целью контроль над агрегированными процедурами, и системы мотивации линейных менеджеров; ближе к нижнему уровню административной вертикали находятся операционные планы и системы контроля качества продукции/услуг.

В различных частях экономической системы планирование и контроль действуют по-разному. Например, контроль за исполнением чаще всего применяется к организационным единицам, планирование действий используется для отдельных операторов. Однако выше по иерархии наблюдается другая ситуация: будучи не в состоянии контролировать конкретные действия, руководство вынуждено контролировать общие результаты. Это объясняется еще и тем, что на верхних уровнях организационной иерархии превалирует рыночный принцип группирования. Если же организационные единицы высшего уровня группируются по функциональному признаку, то планирование действий вполне может начинаться прямо на стратегическом апексе.

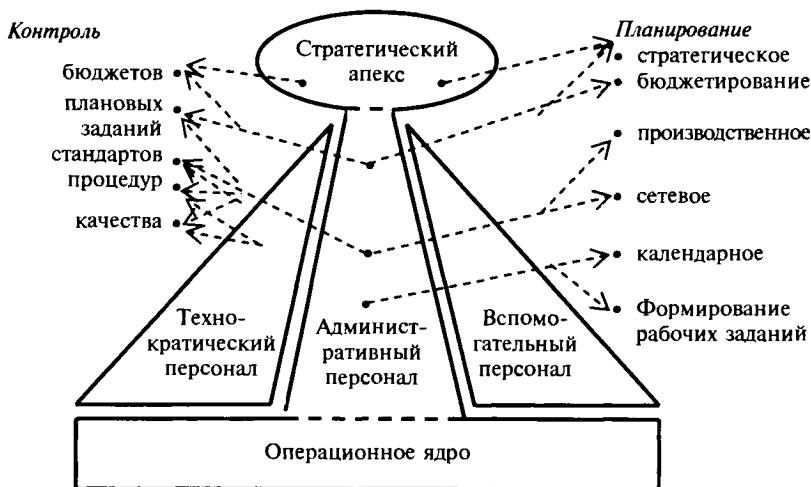


Рис. 9.2. Рассредоточение функций планирования и контроля по элементам организационной структуры

В силу трудностей стандартизации результатов аналитической работы (деятельности, которая обычно осуществляется на проектной или адхократической* основе) резонно ожидать, что в технократических подразделениях возможен только ограниченный контроль результатов и, следовательно, такое же планирование. Некоторые вспомогательные подразделения экономической системы,

* Адхократия (от лат. *ad hoc* — «для этого», для специальной цели) — организационные формы, подразделения, занимающиеся новыми для фирмы вопросами и являющиеся, как правило, временными; имеют разные названия: рабочие, экспертные, целевые группы, рабочие центры, штабы, команды и т.п. Эти подразделения обычно не указываются в схеме организационной структуры компании (прим. ред.).

имеющие важные взаимосвязи с другими ее частями (исследовательская лаборатория, отдел обслуживания компьютерной техники, столовая), могут быть объектом планирования в той степени, в которой планируются шаги обслуживаемых ими линейных отделов.

Резюме

Проектирование и реструктурирование организационных структур экономических систем — очень тонкая деятельность, требующая особого инструментария и глубоких знаний. Необходимо понимать, какие инструменты, в каких местах и как применять для получения приемлемого результата. Материал настоящей главы призван помочь системному аналитику найти решение этой непростой задачи в каждом конкретном случае.

Контрольные вопросы

1. Приведите содержательную интерпретацию понятия «параметр организационного дизайна».
2. В чем состоит сущность горизонтальной специализации труда? За счет чего она достигается?
3. В чем состоит сущность вертикальной специализации труда? За счет чего она достигается?
4. В какой степени и в каком направлении может быть специализирован управленческий труд?
5. Какое место в проектировании/реорганизации организационной структуры экономической системы занимает параметр «профессиональная подготовка сотрудников»?
6. Перечислите существующие виды обучения сотрудников, увяжите их с известными видами трудовой деятельности.
7. Дайте содержательную интерпретацию понятиям «социализация», «индоктринация» и «интернализация».
8. Приведите примеры индоктринации в отечественных компаниях.
9. Каким образом социализация и обучение сотрудников связаны с централизацией и децентрализацией управления?
10. В чем состоит содержание проектного параметра «группирование организационных единиц»?
11. Перечислите принципы группирования должностных позиций в организационные единицы.
12. В чем заключается сущность функционального группирования организационных единиц? Какие сложности сопровождают этот процесс?

13. В чем заключается сущность рыночного группирования организационных единиц? Чем оно отличается от функционального группирования?
14. Какие подходы к группированию организационных единиц используются в различных структурообразующих блоках экономической системы?
15. Дайте содержательную характеристику проектному параметру «размер структурного подразделения».
16. Что такое норма управляемости? Каких значений она достигает в современных корпоративных структурах? Какие факторы определяют значение показателя «норма управляемости»?
17. Перечислите факторы, способствующие увеличению и уменьшению размеров организационных единиц (структурных подразделений) экономической системы.
18. Почему возникает потребность во внештатном взаимодействии структурных подразделений экономической системы? Посредством чего она удовлетворяется?
19. Перечислите виды матричных структур, используемых в организационном управлении. Дайте им краткие характеристики.
20. В чем заключается сущность формализации поведения? Какими способами она может быть осуществлена? В каких экономических системах формализация поведения не только желательна, но и необходима?
21. Перечислите и проинтерпретируйте принципы бюрократической организационной структуры.
22. Какую степень бюрократизации допускают различные структурообразующие блоки экономической системы?
23. В чем заключается предназначение системы планирования и контроля? Приведите типы наиболее часто применяемых систем планирования и контроля и дайте им содержательную характеристику.
24. Как рассредоточены функции планирования и контроля по структурообразующим блокам экономической системы?

Темы рефератов и эссе

- Измерение параметров организационного дизайна: состояние, проблемы и пути решения.
- Горизонтальная и вертикальная специализация труда в анализе экономических систем.
- Актуальные вопросы социализации и индоктринации в студенческом сообществе.

глава 10. Типовые конфигурации организационной структуры

На основе двух предыдущих глав в этой главе приводятся основные характеристики пяти типовых конфигураций организационной структуры экономических систем*: простой структуры, механистической бюрократии, профессиональной бюрократии, дивизиональной организации и адхократии. Описание каждой конфигурации включает анализ используемых координационных механизмов, распределение информации, полномочий и ответственности между ее подразделениями, обсуждение условий беспрепятственного существования конфигурации, перспективы их развития и направления трансформации в современных условиях. Типовые конфигурации представляют собой некие идеальные модели организационных структур, которые в реальной жизни встречаются редко. Фактически существующие организационные структуры хозяйствующих субъектов являются неким симбиозом типовых конфигураций. Однако доминирующие характеристики позволяют каждую реальную организационную структуру причислить к тому или иному типу.

10.1. Простая структура

В организации с простой структурой первый руководитель принимает на себя всю полноту ответственности. Иногда ему напрямую подчиняются все сотрудники. Группирование в организационные единицы (если оно вообще осуществляется) чаще всего происходит по функциональному признаку, а их деятельность все равно координирует непосредственно первый руководитель. Поэтому ключевыми структурообразующими простой структуры становятся стратегический апекс и органическое операционное ядро (рис.10.1). Технократические и вспомогательные подразделения неразвиты или отсутствуют вообще. Аналогично административная вертикаль, если она и существует, характеризуется невысокой управленческой иерархией. Большинство крупных и всемирно известных корпораций в годы своего становления имели именно простую структуру.

Основным условием существования простой структуры является простая и одновременно динамичная внешняя среда. Простота означает, что руководитель организации способен осмыслить ее ос-

* Обычно в зарубежной и отечественной литературе принято следующее деление на структуры: линейная, линейно-штабная, функциональная, линейно-функциональная, дивизиональная, матричная и множественная. Автор с такой структуризацией не согласен.

новые характеристики и единолично контролировать принятие решений. Динамичность внешнего окружения обуславливает необходимость аналогичной динамичности в деятельности хозяйствующего субъекта, что не дает ему возможности обюрократиться.

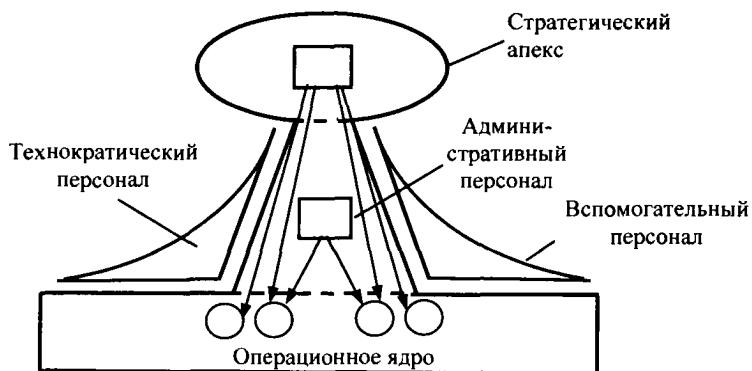


Рис. 10.1. Базовая конфигурация простой структуры

Классический пример простой структуры — предпринимательская организация, которой управляет ее единственный владелец. Такая организация, как правило, отличается высокой активностью, новаторством и неизменно стремится к риску, которого боятся бюрократы. В то же время типичная предпринимательская организация достаточно осторожна, так как опасается потерять свою рыночную нишу, в которой ее владелец — руководитель чувствует себя уверенно. Именно этими обстоятельствами объясняется тяга предпринимательской организации к простой и динамичной внешней среде. Непредсказуемые действия в условиях свободного рынка позволяют простой структуре оставаться гибкой и органической.

Коммуникации в простой структуре осуществляются неформально и сводятся в основном к взаимодействию между владельцем-руководителем и остальными работниками, в том числе операторами-исполнителями. Такие коммуникативные нюансы позволяют ему узнавать о проблемах организации раньше, чем о них доложит линейный руководитель. Не исключено, что до разговора с ним владелец-руководитель уже примет конкретное управленческое решение, которое тому останется только реализовать. Таким образом, централизация власти позволяет быстро реагировать на изменения во внешней среде, оперативно перераспределяя доступные ресурсы и корректируя направления деятельности. Из этого следует, что для

простой структуры характерны гибкие рабочие потоки, в которых операторы-исполнители выполняют относительно неспециализированную деятельность и легко подменяют друг друга.

Еще один классический пример простой структуры — кризисная организация. Вне зависимости от ее обычной структуры в условиях крайней враждебности внешней среды возникает необходимость централизации управления, что равносильно перевоплощению в простую структуру. Для выработки быстрых и согласованных решений на изменения внешних факторов власть передается в руки первого руководителя. При этом сложно структурированные организации не ликвидируют свои технократические и вспомогательные подразделения, а временно лишают их права принятия решений.

Личная потребность во власти рождает еще один вариант простой структуры, которую называют автократической. Сосредоточивая власть в своих руках и избегая формализации поведения, расценивая ее как посягательство на свои властные полномочия, первый руководитель создает во вверенной ему организации простую структуру. Аналогичная судьба ждет и харизматическую организацию, лидер которой получает власть не потому, что он ее узурпирует, а в силу того, что ею щедро наделяют его сторонники.

Немалую роль в становлении простой структуры играет социальная культура. Патриархальное общество в силу устоявшихся традиций или недостатка образованных работников более расположено проектировать организации вокруг сильных лидеров. В некоторых случаях сила автократии или харизмы может подтолкнуть к простой структуре и крупные образования развитого общества. Именно таким образом формировались нынешние «олигархические империи» на постсоветском пространстве.

В экономической системе с простой структурой первый руководитель ответствен за все: и за стратегию, и за тактику, и за оперативные решения. Стратегия такой системы, как правило, носит интуитивный характер, направлена на поиск новых возможностей и является отражением того, как первый руководитель организации представляет себе ее место во внешней среде или на рынке. Фактически стратегия часто оказывается продолжением его личности или прямой экстраполяцией его личных воззрений. Если же при этом первый руководитель хорошо отслеживает состояние дел, то такой симбиоз гарантирует адекватную стратегическую реакцию на любое изменение внешней среды, подкрепленную всесторонним и полным знанием проблем операционного ядра.

В то же время централизация чревата дисбалансом стратегических и оперативных вопросов. С одной стороны, первый руководитель может с головой уйти в текущие проблемы и упустить из виду стратегическую инициативу. С другой стороны, наоборот, он может так увлечься стратегическими вопросами, что оставит без малейшего внимания текущие проблемы. И то и другое может иметь негативные последствия.

Еще одним и, пожалуй, самым важным недостатком простой структуры является ее абсолютная зависимость от здоровья и прихотей первого руководителя. Любое несчастье может буквально уничтожить главный координационный центр, что влечет за собой ужесточение конфликтов, нарастание напряженности, ухудшение результативности, а возможно, и прекращение существования системы.

Действуя в благоприятных условиях, экономическая система с простой структурой функционирует эффективно. Ее гибкость очень удобна в простой, динамичной и даже враждебной среде. Но за рамками благоприятного диапазона простая система утрачивает свои преимущества. Ее органичность препятствует стандартизации, потребность в которой появляется вследствие стабилизации внешней среды и естественного роста системы. Однако и усложнение внешней среды (противоположный выход за рамки благоприятного диапазона) также не способствует процветанию простой структуры. Но сдерживающим фактором теперь служит ее централизованная природа. Другими словами, первый руководитель часто становится самым главным противником назревших структурных перемен.

Простая структура существует столько, сколько существует организация. Она была единственной организационной формой, которую знали те, кто впервые понял выгоды согласования действий неким формальным способом. Ее расцвет пришелся на конец XIX в. В настоящее время простая структура переживает упадок. Однако переход общества в новую фазу развития, в фазу экономики, основанной на знаниях, способен вдохнуть новую молодость в эту организационную конфигурацию. Более того, к развитию простых структур XXI в. могут «приложить руку» те, кто долгое время оставался в тени — ученые университетов и академических институтов. Именно они являются непосредственными носителями новых знаний, на основе которых при прочих благоприятных условиях, можно выстроить инновационные организации. Особенности таких организаций являются профессионализм сотрудников и незначительная их численность. Некоторые инновационные структу-

ры настолько невелики, что необходимость в прямом контроле со стороны руководителя практически отсутствует, а координация достигается путем взаимного согласования. Такие организации являются гибридными и представляют собой простые структуры адхократии с открытыми коммуникативными каналами. Время покажет, смогут ли официальные власти создать благоприятные условия для реализации научного потенциала сообщества ученых и тем самым сделать серьезный шаг в направлении интеллектуализации экономики.

10.2. Механистическая бюрократия

Механистическая бюрократия является порождением промышленной революции. Ее основная особенность заключается в хорошо отлаженной структуре, обеспечивающей функционирование экономической системы как комплекса управляемых механизмов (отсюда и название данного вида организационной структуры). Их деятельность носит простой, преимущественно однообразный, повторяющийся характер. Труд в таких системах, квалификация работников, их взаимоотношения, коммуникативные каналы в высокой степени стандартизированы. Кроме того, существует четкая иерархия властных полномочий.

Все рабочие процессы, составляющие операционное ядро механистической бюрократии, рационализированы, а их выполнение, как правило, не требует высокой квалификации и длительной подготовки. Подготовка осуществляется преимущественно внутри системы и может продолжаться от нескольких часов до нескольких недель. Следовательно, операционное ядро характеризуется очень четким разделением труда на узкоспециализированные задачи, координация выполнения которых почти полностью возлагается на стандартизацию рабочих процессов и формализацию поведения. Поэтому в операционном ядре могут функционировать очень крупные подразделения.

Высокий уровень регулирования операционной деятельности требует сильной административной вертикали, особенно той ее части, которая примыкает к операционному ядру (рис. 10.2).

Перед менеджерами административных подразделений стоят три основные задачи:

- устранение проблем, возникающих в узкоспециализированной деятельности операционного ядра;
- исполнение функций связующего звена с аналитиками технократических подразделений, непосредственно разрабаты-

вающими и внедряющими стандарты в операционные подразделения;

- поддержание вертикальных информационных потоков (детализация и доведение до непосредственных исполнителей директивных распоряжений, с одной стороны, и обеспечение обратной связи — с другой).

Выполнение всех перечисленных задач возможно при налаживании личных контактов с подчиненными, аналитиками и вышестоящими менеджерами, что обуславливает четкое разделение административной вертикали на функциональные единицы. По этой же причине функциональные подразделения обычно невелики, а сама административная вертикаль имеет несколько вытянутую форму.

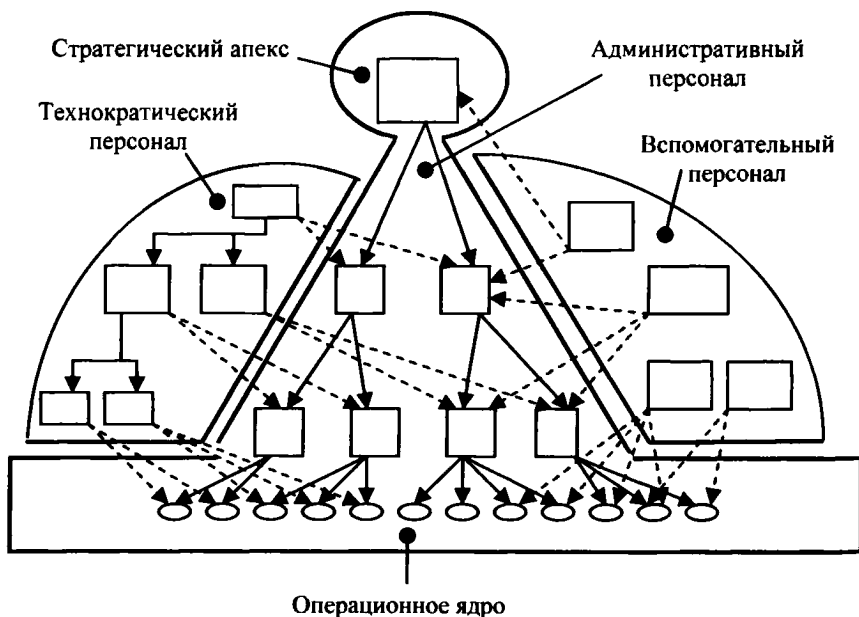


Рис. 10.2. Базовая конфигурация механистической бюрократии

Поскольку при координации механистическая бюрократия полагается в основном на стандартизацию рабочих процессов, ключевое значение приобретает технократический персонал. В отличие от линейных менеджеров, наделенных формальной властью над операционными подразделениями, технократический персонал, разра-

батывающий стандарты и контролирующий их соблюдение, наделен значительной неформальной властью. Особенно сильно эта власть распространяется на операторов и менеджеров нижнего уровня. По существу, она лишает их права встраивать что-либо свое в разработанные аналитиками схемы. Работа менеджеров нижнего уровня иногда настолько регламентированна, что исчезают основания отнести ее к управленческой деятельности.

Влияние технократического персонала простирается на всю структуру. Разнообразные правила и инструкции насквозь пронизывают механистическую бюрократию, формальные коммуникации преобладают на всех ее уровнях, все решения принимаются в соответствии с иерархически выстроенной цепью команд. Другими словами, поведение работников на каждом уровне иерархии механистической бюрократии больше формализовано, чем в других конфигурациях. Следствием такой формализации является жесткое разделение труда.

Вспомогательный персонал механистических бюрократий обычно развит, что позволяет им снизить неопределенность, сопутствующую приобретению аналогичных услуг на открытом рынке. Так, располагая штатом грамотных юристов, механистическая организация способна полностью контролировать линию защиты своих интересов в судах; имея собственную столовую, она может регулировать отведенное на обед время, качество и разнообразие пищи; а передав охрану людей и имущества собственной охранной структуре, организация в большей мере обеспечивает свою безопасность, чем в случае использования сторонней специализированной помощи.

Вспомогательные подразделения существуют на разных уровнях иерархии (рис. 10.2). Их местоположение зависит от получателей услуг. Например, правовой отдел и отдел по связям с общественностью располагаются ближе к вершине, поскольку они непосредственно обслуживают стратегический апекс. На среднем уровне могут располагаться научно-исследовательские и проектно-конструкторские подразделения, обеспечивающие решение задач менеджеров административных подразделений. А нижний уровень образуют подразделения с более стандартизированными процессами, близкие к деятельности операционного ядра (столовая, охрана, транспортный цех и т.п.).

Основная задача менеджеров стратегической вершины анализируемой структуры — отладка бюрократических механизмов. Дело в том, что механистические бюрократии — это организации-исполнители. Они не предназначены для решения проблем, а максимально ориентированы на поиск эффективных путей достижения

определенных результатов. В этой связи стратегические менеджеры занимаются вопросами совершенствования исполнительского мастерства, поддержания целостности структуры перед лицом собственных ей конфликтов и осуществления прямого контроля (в первую очередь менеджеров тех структурных подразделений, деятельность которых слабо поддается формализации).

Стратегические менеджеры единственные специалисты «широкого профиля» в механистической бюрократии. Только они обладают достаточно широким видением, чтобы оценить выполнение всех ее функций с точки зрения конечных целей. Все остальные менеджеры — узкие специалисты, связанные с одним звеном цепочки действий, приводящих к получению конечного результата. То же самое относится и к когнитивной составляющей власти. Только на самой вершине административной иерархии разрозненные фрагменты знаний могут быть соединены воедино.

Очевидно, что в таких структурах процесс формирования стратегии бесспорно является нисходящим, хотя необходимая для ее разработки информация имеет восходящую природу. Все данные, постепенно агрегируясь в вершинах модели организационной структуры, поступают в стратегический апекс, который и формулирует общую стратегию, после чего эта стратегия спускается вниз по цепи полномочий и последовательно претворяется в программы и планы действий.

Механистические бюрократии не могут эффективно функционировать везде и всегда. Существуют определенные условия их «комфортного» существования. Коротко остановимся на ключевых из них.

В о - п е р в ы х, более или менее успешно механистическая бюрократия функционирует в простой и стабильной внешней среде. Дело в том, что деятельность организации в сложных условиях нельзя разложить на простые задачи (рационализировать), а работу в динамичном окружении трудно сделать повторяющейся и, следовательно, невозможно стандартизировать.

В случае гигантских механистических бюрократий наблюдается интересный сдвиг во взаимоотношениях между стабильностью внешнего окружения и структурной формализацией — зависимой переменной становится стабильность. Эти организации делают крупные капиталовложения в сохранение текущего состояния внешней среды. В противном случае они не смогут сберечь свои огромные технологические системы. Ни для кого не секрет, что гигантские механистические организации в металлургии, на транспорте и в других промышленных отраслях пытаются контролиро-

вать факторы спроса и предложения при помощи рекламных кампаний, долгосрочных контрактов, посредством создания картелей или предложения дополнительных услуг. Они также используют стратегии вертикальной интеграции, становясь поставщиками и покупателями собственной продукции. Таким образом, укрепляясь, механистическая бюрократия пытается распространить свое влияние на внешнюю среду, чтобы контролировать ее и тем самым обеспечивать свое безбедное существование. Другими словами, в целях обеспечения стабильности внешней среды механистическая бюрократия осуществляет на нее массированное давление.

Во-вторых, механистическая бюрократия чаще всего успешна в зрелых и достаточно крупных организациях, выполняющих большие объемы работ, требующих повторения и стандартизации операций. Если организация существует достаточно долго, то ей уже приходилось сталкиваться с проблемами координации и она сумела выработать необходимые правила и процедуры.

В-третьих, основу успешной деятельности механистической бюрократии, как правило, составляет регулируемая технологическая система, которая должна быть не очень сложной. Дело в том, что высокотехнологические системы требуют делегирования значительных властных полномочий специалистам из числа вспомогательного персонала, а возникающая при этом форма децентрализации несовместима с механистической бюрократией. С другой стороны, технологическая система механистической бюрократии не может быть и полностью автоматизирована, поскольку это приведет к устранению однообразия операционной деятельности, что автоматически будет означать переход в другую конфигурацию. Таким образом, хотя организация, выполняя стандартизированную деятельность, широко использует автоматы и компьютеры, она остается механистической бюрократией до тех пор, пока эти средства не подменяют ее рабочую силу, состоящую преимущественно из неквалифицированных работников.

В-четвертых, к механистической бюрократии некоторые организации подталкивает особая потребность в безопасности и надежности. Например, организации, специализирующиеся на авиаперевозках или борьбе с пожарами, должны минимизировать свои риски. Они стремятся всесторонне формализовать действия сотрудников, чтобы гарантировать результат. Пожарная команда не имеет права по прибытии к горящему объекту терять время на получение указаний начальника или дискутировать о том, кто и что должен делать. Подобные организации еще называют *ситуационны-*

ми бюрократиями*. Их цель — постоянная готовность к оказанию специфических услуг. И поскольку оказываемые ими услуги чрезвычайно важны, организации должны тщательно разработать процедуры быстрого и эффективного реагирования на каждую прогнозируемую аварийную ситуацию. Операторы этих организаций проводят много времени в тренировках, совершенствуя принятые процедуры. Они всегда на чеку и всегда надеются, что очередная ситуация не будет из разряда непредвиденных.

В - п я т ы х, механистические бюрократии успешно функционируют только при наличии надлежащего внешнего контроля. Чем сильнее организация контролируема извне, тем более централизована ее структура. Особенно важную роль внешний контроль играет в правительственных организациях, конфигурацию которых иногда еще называют *государственной механистической бюрократией*. Многие государственные службы относятся к бюрократиям не только ввиду однообразия выполняемых ими операций, а потому что все их действия, от работы с посетителями до найма персонала, должны быть совершенно прозрачны.

Поскольку контроль является отличительной чертой механистической бюрократии, то не удивительно, что этой конфигурации придерживаются организации, осуществляющие контрольные функции — контрольно-ревизионное управление Министерства финансов, правоохранительные органы, органы исполнения наказаний (тюрьмы) и др. Они составляют разновидность *контролирующих механистических бюрократий*.

Механистические бюрократии являются главным доказательством высокой степени специализации нашего общества. Они вносят основной вклад в повышение материального уровня жизни. Без механистических бюрократий автомобили остались бы предметом роскоши, а о масштабных авиаперевозках и речи быть не могло бы. Ни одна другая структура не позволяет организовать столь массовое производство и бесперебойно выдавать планируемые результаты. Ни одна из них не способна более эффективно регулировать процесс труда. Современное общество просто не смогло бы функционировать без этих структур.

В то же время главные достоинства машиноподобной производительности оборачиваются основными ее недостатками. И вся беда в том, что механизмы состоят из мертвых деталей, а организационные структуры — из живых людей. В человеческой среде возникают человеческие проблемы, и люди не хотят, чтобы их воспринимали как один из факторов производства. Аналогия механисти-

* Минцберг Г. Структура в кулаке: создание эффективной организации: Пер. с англ. СПб.: Питер, 2001.

ческой бюрократии с механизмом позволяет выделить круг проблем, которые повсеместно сопровождают эту конфигурацию организационной структуры. Рассмотрим ключевые из них.

Человеческие проблемы операционного ядра. Многие люди отрицательно относятся к механистической бюрократии, усматривая в ней готовность полностью подчинить и поработить всю цивилизацию. Суть в том, что методы машиностроения оказались непригодны для человеческих сообществ. Отношение к людям как к механизмам или средствам производства, а не личностям, привело к разрушению смысла труда, что выразилось в снижении квалификации работников, повышении текучести кадров, снижении трудовой дисциплины и разорительных забастовках.

Тем не менее некоторым нравится предлагаемая в механистических бюрократиях работа. Есть личности, которые ценят систематичность, порядок и стабильность. Такие условия дают им возможность детально узнать свое дело и быть уверенными в завтрашнем дне. Но, к сожалению, таких людей немного и это, как правило, низко квалифицированные рабочие. А поскольку наше общество предлагает больше мест в механистических бюрократиях, чем в других, более приемлемых структурах, постольку не каждый может найти работу по душе. Многие для того чтобы обеспечить себе более-менее достойный уровень жизни, должны мириться с условиями механистической бюрократии. Получается массовое потребление в обмен на безрадостный труд.

До тех пор, пока общество нуждается в дешевых товарах и услугах, производимых в массовом порядке, многие виды труда останутся почти без изменений. Ибо, как писал Г. Браверман: «В мире производства господствует тейлоризм. Специалисты по “человеческим отношениям” и “промышленной психологии” — это ремонтная бригада для человеческой “машинерии”». Отсюда следует вывод, что демократизация, на которой базируются упомянутые Г. Браверманом направления «очеловечивания» механистической бюрократии, не устраняет ее фундаментального противоречия между технологической эффективностью, с одной стороны, и индивидуальной неудовлетворенностью — с другой.

Предоставление работникам прав выбора своих руководителей не изменили реалий повседневной трудовой деятельности. Избирая руководство, рабочие способствуют созданию внешней контролирующей силы. А для внешнего контроля предполагается не только централизация структуры, но и ее бюрократизация.

Аналогичный исход наблюдается и при использовании демократии законодательного типа, которая заключается в том, что работ-

ники в целях ослабления контроля вышестоящего руководства сами устанавливают правила. Но если принятые работниками правила противоречат правилам менеджеров, то бюрократизация структуры углубляется, причем за счет каждого члена организации. В результате работники оказываются еще в более мощных тисках, но теперь по собственной воле.

Важно, что клиенты при этом также проигрывают. Дополнительные правила бюрократий никаким образом не способствуют эффективности — они должны защищать работников. Подобно всем правилам они препятствуют как осуществлению инноваций, так и своевременной адаптации к изменениям внешней среды. Если работники организованно борются с насаждаемыми сверху инструкциями, это практически элиминирует возможность перемен. Законодательная демократизация втягивает клиента в войну работников с менеджментом. Большая часть энергии организации уходит на разрешение внутренних конфликтов и сил для направленной на благо клиентов деятельности не остается.

Вывод состоит в том, что механистическая бюрократия создает в операционном ядре множество проблем, очевидных решений которых не существует. Основная причина такого положения дел заключается в том, что в этой структуре существует непримиримый конфликт между технологической и социальной системами. Что хорошо для производства — не всегда хорошо для человека. Только автоматизация технологии производства или повышение сложности и динамики внешней среды могут в какой-то мере смягчить социальные проблемы механистической бюрократии.

Проблемы координации в административных подразделениях механистической бюрократии. Операционное ядро механистической бюрократии не приспособлено для разрешения конфликтов, и многие возникающие в нем человеческие проблемы транслируются в административную часть механистическо-бюрократической структуры, включающей административную вертикаль и стратегический апекс. Для установления требуемой жесткости контроля в административных подразделениях необходимо воспроизводить узкую специализацию операционного ядра. Это, в свою очередь, обуславливает глубокое разделение труда менеджеров, что ведет к резкому разграничению административной части структуры и ее узкой функциональной ориентации. Как следствие, возникают проблемы коммуникации и координации.

Административные подразделения механистической бюрократии плохо приспособлены для использования координационного механизма взаимного согласования. Существующие коммуникативные

регламенты в этой структуре — горизонтальные, вертикальные, аппаратные, статусные — мешают неформальным коммуникациям. Каждая организационная единица ревниво оберегает свои привилегии и находит способы защитить себя от давления других структурных подразделений.

Узкий функционал подразделений не только препятствует координации действий, но потворствует созданию персональных империй. Дело в том, что в механистических бюрократиях трудно ассоциировать какую-либо конкретную функцию с совокупным результатом. И когда менеджер подает заявку на расширение штатов, ему трудно возразить, поскольку никто не может оценить обоснованность этих притязаний. В таких условиях менеджеры начинают конкурировать между собой, укрупняя свои подразделения. В итоге появляются организации с гипертрофированной верхушкой, интересы которых сфокусированы не на удовлетворении потребностей клиентов, а на политических играх. Свободная от рыночного влияния механистическая бюрократия (например, некоторый государственный орган с гарантированным бюджетом и расплывчатыми целями) может превратиться в наглухо закрытую, никому не подотчетную и ничего не производящую систему, деловито вращающую административное колесо.

Для разрешения координационных проблем административных подразделений механистической бюрократии остается лишь один механизм: прямой контроль. Это означает, что нестандартные координационные проблемы, возникающие между различными административными подразделениями, переадресовываются высшему руководству и в поисках регулирования поднимаются по линейной иерархии до тех пор, пока не достигнут нужного уровня управления. В результате право принимать решения сосредоточивается на верхних уровнях иерархии, а в конечном итоге — на стратегическом апексе. Это порождает массу новых проблем, которые еще называют адаптационными проблемами стратегического апекса.

Адаптационные проблемы стратегической вершины. До тех пор пока внешняя среда механистической бюрократии остается стабильной, каких-либо существенных проблем адаптации у нее не возникает. С помощью стандартных процедур она решает рутинные вопросы координации и обеспечивает надлежащее функционирование экономической системы.

Но долгосрочная стабильность — цель каждой механистической бюрократии. Внешние условия меняются, возникают нестандартные проблемы. С нарастанием интенсивности перемен нагрузка на ме-

неджеров стратегического апекса возрастает, и в конце концов они начинают ощущать значительные перегрузки. Такое развитие событий легко объяснить, глядя на органиграмму (структурную схему) механистической организации (см. рис. 10.2). Как видно из рисунка, вблизи стратегического апекса административная вертикаль сильно сужается. Обыкновение передавать нестандартные проблемы вверх по иерархии в периоды перемен, когда их слишком много, ведет к перегрузке. Само явление получило название эффекта бутылочного горлышка.

Теоретически, располагая компьютерной информационной системой (КИС), механистическая бюрократия должна справляться с этой проблемой. Цель КИС — собирать необходимые данные по всей структуре и предоставлять их лицам, принимающим решения, в необходимом объеме и в нужное время. Однако, как часто бывает, теория отстает от практики и в большинстве случаев собирается не та информация. Дело в том, что в вертикально вытянутой административной структуре механистической бюрократии информация, прежде чем достигнуть вершины, проходит через множество промежуточных уровней. На каждом из них происходят определенные естественные потери, а нередко и умышленные искажения.

Другая сторона проблемы заключается в том, что большей частью в КИС содержится строгая количественная информация, а для принятия стратегических решений высшему руководству иногда требуется информация иного порядка — нестрогая и содержательная. Сплетни, слухи, домыслы и другие неофициальные данные часто несут больше полезной информации, чем ее содержится во всех хранилищах КИС. У некоторого рода информации (о настроении коллектива, традициях, влиянии внешней среды и т.п.) вообще нет никаких шансов найти отражение в КИС. Поэтому информация КИС к моменту прибытия на стратегическую вершину — после отбора, потерь и искажения и агрегирования на всех уровнях административной иерархии — зачастую имеет лишь отдаленное отношение к действительности.

В этой связи высшее руководство не может полностью на нее полагаться и вынуждено культивировать развитие неформальных информационных систем: персональных сетей контактов и информаторов внутри и вне организации, позволяющих получать сведения из первых рук. Однако внедрение таких систем требует времени, средств и определенного склада характера. Таким образом, высшее руководство механистической бюрократии оказывается перед лицом фундаментальной проблемы: в период перемен, когда не хватает времени на сбор достоверных и подробных сведений, ме-

недженеры стратегического апекса перегружены проблемами всех уровней иерархии и обречены действовать интуитивно, опираясь на далеко не полную и неточную информацию.

Серьезную проблему порождает один из основополагающих принципов механистической бюрократии, согласно которому формулирование стратегии и ее осуществление должны быть разделены в пространстве и во времени. Формулирование стратегии — прерогатива высшего руководства, а ее реализация — удел всех остальных сотрудников организации. Дихотомия формулирование/реализация предъявляет два основных условия:

- генератор стратегии должен иметь исчерпывающую информацию о состоянии дел и потенциальных возможностях организации (по крайней мере не менее полную, чем руководители на местах);
- внешняя среда должна быть достаточно стабильна или предсказуема, что гарантирует отсутствие корректировок стратегии в ходе ее реализации.

Не имеющий достоверных данных руководитель просто не в состоянии сформулировать приемлемую стратегию. К сожалению, такой же результат его ожидает, если внешняя среда нестабильна и ее захлестывают непредсказуемые изменения. И в том и в другом случае первый руководитель должен осуществлять собственную стратегию, чтобы иметь возможность вносить в нее постоянные изменения. Но в этих случаях он выходит за рамки механистической бюрократии, приближаясь либо к простой структуре (если замыкает все на себя), либо к адхократии (если делегирует право принимать стратегические решения линейным менеджерам). Из этого следует вывод, что механистические бюрократии в принципе не могут рассматриваться как адаптивные структуры. Они не приспособлены для корректировки однажды принятых стратегий. Поэтому самые реалистические стратегии для механистических бюрократий, как правило, формируются за их пределами.

Таким образом, механистическая бюрократия — весьма жесткая структура. Подобно механизму, она предназначена для достижения единственной цели. Такая структура эффективна в стабильном окружении, а ее адаптация к меняющимся условиям сопряжена со значительными трудностями. Тем не менее механистическая бюрократия остается одной из господствующих конфигураций в современной экономике. Она исправно обеспечивает общество недорогими товарами и услугами. И поскольку люди производят их более качественно, чем автоматы, и готовы делать это и впредь, механи-

стическая бюрократия еще долго будет эксплуатироваться со всеми ее проблемами.

10.3. Профессиональная бюрократия

Понятие «профессионализм» и производные от него понятия «профессиональная деятельность», «профессиональный подход», «профессиональная сфера» претендуют на пальму первенства в лексиконе современных менеджеров, научных работников, политиков, представителей культуры и деловых кругов. При этом большинство из них даже не задумываются об истинном смысловом значении употребляемого понятия, интуитивно увязывая его с некоторой суммой знаний и умений в определенной предметной области. Тем не менее специалисты по организационному дизайну определяют профессиональную организацию как самостоятельную конфигурацию организационной структуры, предназначенную для создания самых благоприятных условий для реализации профессионального труда.

Уникальность профессиональной организации в конфигуративном ряду организационных структур управления заключается в том, что она отвечает двум важнейшим потребностям современного человека. С одной стороны, она демократична, так как делегирует властные полномочия профессионалам, непосредственно выполняющим работы, предоставляя им значительную автономию, а с другой — она безопасно ориентированна, так как защищает профессионалов от всякого внешнего давления. Таким образом, сотрудникам профессиональной организации досталась завидная судьба: они принадлежат к определенной структуре, но не испытывают на себе административного давления.

Для профессиональной организации характерна сложная, но стабильная внешняя среда. В целях координации деятельности своих сотрудников она полагается на стандартизированную квалификацию и продуманную индоктринацию в организационной среде. На работу в организацию принимают обученных и должным образом воспитанных специалистов, способных не только выполнять сложную профессиональную работу, но и самостоятельно контролировать процесс труда.

Ключевая часть организации — операционное ядро, в котором, собственно, и концентрируются профессионалы для работы с клиентами. Такую структурную конфигурацию еще называют *профессиональной бюрократией*, поскольку для нее характерно заранее определенное и вполне прогнозируемое поведение. Профессиональ-

ная бюрократия характерна для учебных и медицинских учреждений, культурных образований, ремесленных мастерских, аудиторских и консалтинговых компаний. Все они при производстве стандартных товаров и услуг опираются на квалификацию и знания профессионалов.

Контроль над процессом труда означает, что профессионал работает относительно независимо от коллег, но в тесном взаимодействии с клиентом. Например, работа преподавателя со студентами относительно скрыта от глаз коллег и вузовского руководства, а в аудитории он имеет почти безграничную власть. Еще большей интимностью отличаются отношения врача с его пациентами, что сказывается на формировании его клиентуры. Аналогично свою клиентуру формируют аудиторы, поддерживая личные контакты с руководителями организаций, отчетность которых они проверяют.

Подготовка и воспитание специалистов для профессиональной бюрократии представляют собой весьма сложный процесс. Базовая подготовка обычно занимает 4—7 лет обучения в университете или специальном учебном заведении. За ней, как правило, следует практическая подготовка, или так называемое контактное обучение. Молодые специалисты начинают применять на практике полученные знания и совершенствовать свои навыки под наблюдением более опытных коллег. В результате они приобретают новые знания, оттачивают свое мастерство и социализируются в организацию, принимают ее неписанные правила и устоявшиеся традиции. Обучение и индоктринация специалистов подчинены единственной цели: освоению определенных стандартных навыков и знаний, которые позволяют обслуживать клиентов и координировать свою профессиональную деятельность. Следовательно, профессиональная деятельность в профессионально-бюрократической организации базируется на определенных образовательных стандартах, принятых задолго до начала практической работы. Стандарты профессиональной бюрократии создаются, как правило, за пределами организации в специальных саморегулируемых профессиональных объединениях, таких как Институт профессиональных бухгалтеров, Гильдия информационно-финансовых аналитиков, учебно-методические объединения вузов и т.п.

Перед профессионалом стоят три главные задачи: классифицировать, или диагностировать, потребности клиента с учетом текущей ситуации, определить необходимость применения той или иной стандартной программы действий и выполнить выбранную программу. Таким образом, в профессиональной организации первой и главной задачей является диагноз, или точная оценка ситуа-

ции. Люди классифицируют проблемы по той причине, что рассмотрение каждой из них как уникальной потребовало бы много времени и больших затрат. Именно процесс классификации позволяет профессиональной бюрократии разграничивать разные задачи и распределять их по независимым профессионалам.

Задачи выбора программы действий и надлежащего ее выполнения носят подчиненный характер. Конечно, это не означает, что после точного классифицирования проблемы работа профессионала полностью исключает неопределенность. Некоторая неопределенность остается, но она уже ограничена предметной областью и инструментарием деятельности отдельного специалиста. Для полного ее устранения профессионалу требуется значительная свобода действий в выборе методов и средств решения проблемы.

Акцент на специальной подготовке профессионалов, вертикальная децентрализация их деятельности и незначительная степень формализации поведения позволяют сделать вывод, что ключевой частью профессиональной бюрократии являются ее операционное ядро (рис. 10.3).

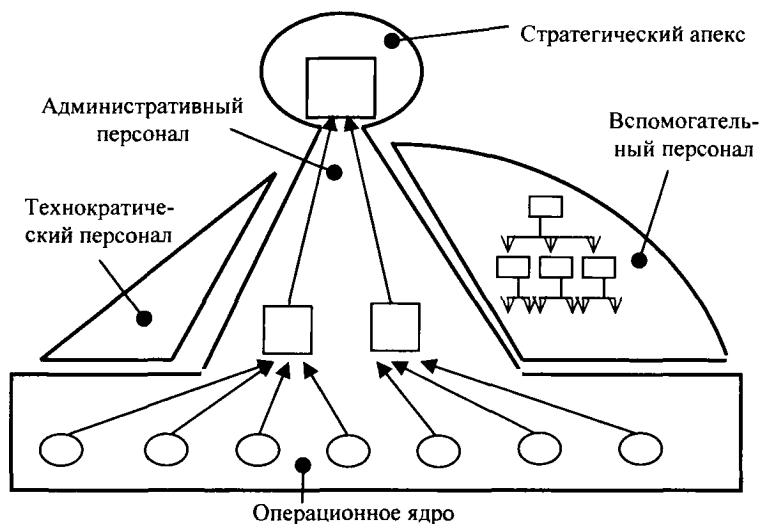


Рис. 10.3. Базовая конфигурация профессиональной бюрократии

Вторую по важности позицию в профессиональной бюрократии занимает вспомогательный персонал, который должен обслуживать деятельность операционного ядра. Технократические и администра-

тивные подразделения в профессиональной бюрократии развиты незначительно. Это означает, что в координации взаимодействия профессионалов их роль невелика. Отсюда можно сделать вывод, что профессиональная бюрократия ориентируется на полномочия профессионального характера или экспертную власть. В ней влияние человека определяется его знаниями и навыками. Профессионалы не только контролируют собственную деятельность, но и в значительной степени осуществляют коллективный контроль над административными решениями стратегического апекса в вопросах найма новых сотрудников, продвижения по службе, распределения ресурсов и т.п.

Власть профессионалов зиждется не только на том, что, будучи очень сложной, она не поддается контролю со стороны менеджеров и стандартизации со стороны аналитиков. Важно и то, что обычно услуги профессионалов пользуются высоким спросом. Это дает специалисту возможность маневра и позволяет настаивать на определенной независимости его обязанностей. Профессионалы, не получающие необходимой свободы, как правило, уходят из компании и ищут успеха в другом месте.

В руках операторов профессиональных бюрократий сосредоточена большая власть и без их одобрения не принимается ни одно важное административное решение, поэтому эти организации часто называют коллегиальными, отмечая тем самым высокую степень их демократичности. Однако на вспомогательный персонал, который часто многочисленнее операционного ядра, демократия не распространяется. Вспомогательные единицы управляются сверху. Они представляют собой механистические анклав в рамках профессионально-бюрократической конфигурации. Таким образом, в профессиональной бюрократии возникают обособленные административные иерархии: одна — восходящая — для профессионалов, другая — нисходящая — для вспомогательного персонала (рис. 10.3).

Поскольку в профессиональных бюрократиях власть держится на компетентности и влияние человека определяется его квалификацией, то очень важно, чтобы первый руководитель такой организации был признанным лидером в данной области или по крайней мере высококомпетентным специалистом. В сравнении с коллегами из простых структур и механистических бюрократий он наделен явно меньшим объемом властных полномочий. Однако руководитель профессиональной бюрократии исполняет функции, которые дают ему немалую косвенную власть.

В о - п е р в ы х, он занимается урегулированием конфликтов, возникающих в профессиональной бюрократии. Процесс диагно-

стирования исследуемого объекта или явления и классифицирования его текущего состояния очень непростой и нередко вызывает всевозможные споры. Так, неизвестно, кто должен читать курс технического анализа в финансово-экономическом вузе: представитель кафедры ценных бумаг или представитель кафедры математического моделирования? Также возникают затруднения с определением научной специальности, по которой должна защищаться диссертационная работа по проблеме предоставления финансовых услуг населению: по специальности «Финансы и кредит», или по специальности «Экономика и управление народным хозяйством (сфера услуг)»? В редком случае руководитель профессионально-ориентированной бюрократической организации может навязать свое решение профессионалам. Как правило, руководители профильных структурных подразделений и заинтересованные лица собираются вместе для выработки приемлемого решения. Организация и проведение таких собраний возлагаются на первого руководителя.

В о - в т о р ы х, руководителю профессионально-ориентированной организации принадлежит ключевая роль в разрешении споров по пограничным вопросам между ее специалистами и внешними влиятельными силами. С одной стороны, он обязан защищать независимость профессионалов, а с другой — ему приходится добиваться внешней поддержки своей организации как в содержательном, так и в финансовом контексте. Другими словами, представительские функции, участие в переговорах, лоббирование интересов и отстаивание корпоративной позиции составляют сущность управления профессиональной деятельностью.

Перед профессионалом, который с трудом выносит административное вмешательство в свою деятельность, встает фундаментальная дилемма: либо самому заниматься административной работой, выкраивая время на профессиональную деятельность, либо положиться на администраторов, уступая им часть своей власти. Таким образом, власть в профессиональных структурах получают специалисты, решившие отойти от профессиональной деятельности. Однако при этом важно, что администратор профессиональной деятельности сохраняет полномочия лишь до тех пор, пока специалисты считают, что он эффективно обслуживает их запросы.

Как нельзя лучше власть администратора в профессиональной бюрократии иллюстрирует процесс формирования стратегии. Так как результат профессионального труда трудно поддается измерению, достичь соглашения по поводу его целей и задач не так легко. Поэтому понятие «стратегия» как единое интегрированное направление развития в профессиональной бюрократии теряет свой

смысл. Логичнее предположить, что у каждого специалиста существует своя индивидуальная стратегия. Она, как правило, формируется еще в годы учебы и трансформируется по мере возникновения новых требований среды и новых методов работы, получивших одобрение профессионального сообщества. Следовательно, стратегия профессиональной бюрократии складывается в результате накопления стратегических инициатив отдельных профессионалов-предпринимателей, сумевших убедить остальных членов профессиональной организации в их ценности и осуществимости.

Проведение любой стратегической инициативы по всем уровням административной системы — удел руководителя. В этом заключается его работа, у него больше времени для такого рода дел и он имеет массу полезных личных связей, которые может привлечь для обеспечения результата. Тонко пользуясь неформальными рычагами и продвигаясь мелкими шагами, руководитель в состоянии навязать профессионалам свою волю и осуществить перемены, о которых те поначалу и слышать не хотели.

Отмечая демократизм организации и автономность ее сотрудников как основные преимущества профессиональной бюрократии в конфигуративном ряду других организационных структур, назовем ее отдельные проблемные стороны, касающиеся вопросов координации, свободы действий и инноваций.

Проблемы координации. Профессиональная организация может эффективно координировать деятельность специалистов операционного ядра только посредством стандартизации квалификации. Прямой контроль и взаимное согласование исключены, так как они посягают на профессиональную автономию со стороны администрации и коллег. Сложность труда и не поддающиеся четкому определению результаты работы делают неэффективными стандартизацию рабочих процессов и стандартизацию выпуска. Но стандартизация квалификации в одиночку не в состоянии справиться со всеми проблемами профессиональной бюрократии.

Речь идет в первую очередь о необходимости координации деятельности профессионалов и вспомогательного персонала. Если профессионалы просто отдают распоряжения, то вспомогательный персонал оказывается «между молотом и наковальней»: между властью профессионального ядра и вертикальной властью своих линейных руководителей.

Еще сложнее проблема координации действий самых профессионалов. В отличие от механистической бюрократии профессиональная бюрократия не является единым организмом. Она представляет собой совокупность независимых личностей, объединен-

ных лишь общими ресурсами и вспомогательными службами. Каждый профессионал имеет свое профессиональное поле деятельности, на котором постоянно совершенствует свои навыки. И если очередное клиентское обращение точно попадает в поле профессиональных интересов специалиста, то никаких проблем не возникает. Проблемы начинаются тогда, когда очередное обращение попадает в пограничную область. Тогда отнесение обращения к тому или иному полю профессиональных интересов может стать источником нешуточного конфликта профессионалов и причиной долгих мытарств клиентов. Например, при диагностировании мигрени терапевт может направить больного к невропатологу, тот к сосудистому хирургу, а последний вернет его опять к терапевту. В результате споров профильных врачей пациент теряет здоровье, деньги и время для эффективного лечения.

Таким образом, процесс классификации, каталогизации и диагностирования является источником многочисленных конфликтов в профессиональной бюрократии. Немало копий сломано в беспрестанной переоценке ситуаций, явлений и программ, которые были изначально несовершенны либо искусственно разграничены.

Проблемы свободы действий. Классификация, каталогизация или диагностирование потребностей клиента и выбор программы действий, предоставляют профессионалам большую свободу, что является источником значительного риска для клиента. Если профессионал — компетентный и добросовестный человек, то проблем не возникнет. Но если на этом месте окажется недостаточно компетентный и безответственный специалист — жди беды. Для противостояния такому злу вряд ли можно предложить что-либо разумнее, чем усовершенствование обучения и процедур найма специалистов на вакантные должности в операционном ядре профессиональной бюрократии.

Другой стороной отмеченной проблемы является то, что некоторые специалисты путают нужды клиента с тем, что они могут ему предложить. Такие специалисты просто концентрируются на своих излюбленных программах действий в ущерб всем остальным. Пока к специалисту обращаются клиенты, нуждающиеся только в этой программе, проблем не возникает. Но стоит изменить потребность клиента — сразу возникают сложности. Так, встречаются психиатры, уверенные в том, что все пациенты нуждаются в психоанализе.

Таким образом, свобода действий позволяет профессионалам игнорировать потребности не только клиентов, но самой организации. А причиной всему является сложность объективной оценки результатов профессиональной деятельности. Если психиатры не

могут определиться в дилемме «здоровый-больной», преподаватели путаются при оценке результативности той или иной формы обучения, то становится понятным, почему так редко используется очевидное решение проблемы свободы действий — открытое порицание безответственного поведения в профессиональных сообществах. К этому необходимо добавить и то, что профессионалы не любят выносить сор из избы и весьма неохотно выступают против своих коллег. Такое возможно лишь в крайних случаях, а крайние случаи составляют лишь вершину айсберга злоупотребления свободой.

Проблемы инноваций. Профессиональная бюрократия не отличается гибкостью. Она, как и механистическая бюрократия, ориентирована на стандартный выпуск, а не на создание чего-то нового. Другими словами, любая бюрократия — это исполнительская структура, ориентированная на совершенствование программ действий для предсказуемых ситуаций, а не на создание новых программ для решения некаталогизированных проблем.

Проблемы инноваций в профессиональной организации коренятся в *конвергентности мышления*. Профессионал рассуждает дедуктивно, воспринимая конкретную ситуацию через призму общего понимания. В условиях профессиональной бюрократии это означает, что новые проблемы втискиваются в старые классификационные ячейки. А как известно, инновационная деятельность требует индуктивного подхода, т.е. генерирования новых решений исходя из имеющегося опыта. Такое мышление *дивергентно*. Оно не совершенствует существующих стандартов, а отбрасывает их, выдвигая новые. Тем самым формируется вызов всему тому, что составляет основу профессиональной бюрократии.

Таким образом, не стоит удивляться, что профессиональные бюрократии и контролирующие их объединения обычно весьма консервативны, сопротивляются изменению своих привычных подходов. Всякий раз, когда какой-нибудь предприимчивый профессионал выступает с инновационными предложениями, неизбежны столкновения и противодействия. В профессиональных объединениях с их демократическими процедурами изменения должен одобрить каждый. Поэтому перемены происходят так медленно и болезненно.

Прорвавшиеся в профессиональную среду инновации изменяют требования к будущим профессионалам, что, в свою очередь, влечет изменения в учебных планах и программах подготовки специалистов, а также мотивирует действующих специалистов к повышению квалификации. Когда назревшие изменения встречают сопротивление, общество должно воззвать к чувству социальной ответственности.

сти специалистов, а если призыв не будет услышан, — использовать давление на профессиональные объединения.

Люди, далекие от конкретных областей профессиональной деятельности (клиенты, чиновники, представители общественных, непрофессиональных организаций), обычно полагают, что перечисленные проблемы являются результатом отсутствия внешнего контроля над профессионалами-операторами и процессом их труда. Поэтому они начинают действовать самым естественным образом — пытаются координировать его с помощью других механизмов. Обычно прибегают к прямому контролю и стандартизации рабочих процессов и выпуска.

Однако внешний контроль, равно как и перечисленные формы стандартизации, только мешает профессионалам. Причина такой реакции кроется в высокой сложности труда и сложности измерения конечного результата. Их невозможно формализовать с помощью правил и нормативов либо систем планирования и контроля. Непонимание этого приводит к ошибкам в управлении и принуждает профессионалов беспокоиться о стандартах, а не о клиентах.

Технократический контроль не улучшает профессиональную деятельность, не отделяет безответственное поведение от ответственного. Он просто ограничивает то и другое и подавляет профессиональную ответственность. Контроль также нарушает баланс деликатных взаимоотношений между профессионалом и клиентом.

Профессиональную деятельность осуществляют отдельные специалисты. И если специалист некомпетентен, то никакой план и никакие технократические правила, никакие приказы руководителя организации или государственного органа не прибавят ему необходимых знаний и навыков. Знания могут приумножаться без какого-либо внешнего нажима только в результате многократного повторения одних и тех же сложных программ путем постепенного снижения неопределенности процесса и совершенствования мастерства исполнителя. А такое возможно только в доброжелательной организационной среде. Для внешнего обеспечения эффективности профессиональных бюрократий остаются правовые меры и финансовый контроль.

10.4. Дивизиональная организация

Дивизиональная организация порождается посредством рыночного группирования структурных подразделений. Подразделения создаются в соответствии с обслуживаемыми рынками и наделяются всеми необходимыми для этого обслуживания функциями, в том

числе правом осуществлять закупочную, конструкторскую, производственную и маркетинговую деятельность. Такое рассредоточение и дублирование функций минимизирует зависимости между подразделениями, поэтому каждое из них может действовать как полуавтономный организм, не обязанный координировать свою деятельность с другими.

В условиях естественного органического развития дивизиональная структура вырастает на базе функционально интегрированной организации. В процессе ее развития часть продукции каждого этапа (передела) производства помимо того, что проступает по технологической цепочке на дальнейшую переработку, продается на рынке в виде полуфабрикатов. Со временем объем этих продаж возрастает, и в конечном итоге вся продукция данного передела поступает на рынок, а производящее ее производственное подразделение функционально-интегрированной организации превращается в отдельный рыночно-ориентированный дивизион уже новой (дивизиональной) организационной структуры экономической системы.

Если бы центральная администрация, или штаб-квартира дивизиональной организации, делегировала все свои полномочия, она просто перестала бы существовать, и каждое подразделение в итоге превратилось бы в самостоятельную организацию. Поэтому между центром и подразделениями должны существовать некие отношения контроля и координации, связывающие их в единое целое.

В целом штаб-квартира предоставляет подразделениям почти полную свободу в принятии решений, контролируя лишь результаты их реализации. Мониторинг проводится постфактум в конкретных количественных показателях. Таким образом, основной координационный механизм в дивизиональной организации — это *стандартизация выпуска*, а ключевой проектный параметр — *контроль результатов*.

Кроме того, в данной конфигурации определенную связующую роль играют другие механизмы координации, в частности стандартизация квалификации и прямой контроль. Поскольку менеджеры подразделений дивизиональной организации — это «мини-президенты», то ее штаб-квартира должна позаботиться об обучении и индоктринации менеджеров подразделений, чтобы те ориентировались на стратегические цели организации, а не концентрировались на локальных целях своих подразделений. В свою очередь, прямой контроль служит дублирующим механизмом координации в дивизиональной организации. Когда подразделение сталкивается с трудностями, ему может потребоваться вмешательство центрального руководства. Поэтому штаб-квартире необходимо быть в курсе дел подразделений, хотя бы для того, чтобы знать, когда и как вмешиваться.

Теоретически дивизиональную структуру можно наложить на любую другую конфигурацию, но лучше всего она «срастается» с механистической бюрократией. Более того, независимо от естественной склонности подразделения и той или иной структуры дивизиональная надстройка подталкивает его к форме механистической бюрократии. Объяснение этой важной особенности кроется в ключевом для дивизиональной структуры координационном механизме — стандартизации выпуска. Единственная возможность удержать в руках штаб-квартиры контроль и одновременно обеспечить автономию подразделений — это мониторинг результатов деятельности подразделений на основе четко определенных стандартов производительности. Другими словами, каждое подразделение должно функционировать как единая интегрированная система, а результаты этого функционирования должны измеряться четким набором количественных критериев (параметров). Менеджер подразделения, которому штаб-квартира делегировала необходимые полномочия, должен быть способен применить установленные измерители к своему подразделению и обеспечить необходимый результат. Таким образом, любое подразделение в дивизиональной структуре рассматривается как нисходящая регулируемая система.

Однако для профессиональной бюрократии и адхократии (преимущественно восходящих и нерегулируемых) это означает крен в сторону централизации, который иначе как под нажимом обеспечить не удастся. Кроме того, когда подразделение организовано по функциональному принципу, что типично для простой структуры, профессиональной бюрократии и адхократии, руководителю подразделения, чтобы гарантировать концентрирование внимания сотрудников на рабочих целях, приходится использовать систему планирования действий, что требует еще больше специальных стандартов решений и предпринимаемых шагов. Это равнозначно давлению в целях формализации (бюрократизации) структуры подразделения, особенно для изначально органических простых структур и адхократии. Поэтому можно сделать вывод, что дивизионализация подталкивает структуры подразделений независимо от их естественной предрасположенности к механистическо-бюрократической конфигурации.

Система контроля результатов дивизиональной структуры ослабляет органическую природу простой структуры и адхократии, а в профессиональной бюрократии разрушает идею автономии оператора. Только от механистической бюрократии выстраивание дивизионов не требует никакой фундаментальной перестройки структуры. Оно наилучшим образом налагается на механистическую кон-

фигурацию, единственную интегрированную структуру с количественно измеряемыми целями.

В дивизиональной структуре подразделение вправе самостоятельно управлять делами. Возникает вопрос: какие же полномочия остаются в штаб-квартире? Их всего шесть.

В о - п е р в ы х, штаб-квартира формирует *общую организационную товарно-рыночную стратегию*. В то время как подразделения определяют стратегии для конкретных товарных рынков, штаб-квартира решает, какие это будут рынки. Создавая и приобретая одни подразделения, ликвидируя и продавая другие, штаб-квартира формирует стратегический портфель компании.

В о - в т о р ы х, штаб-квартира распределяет *общие финансовые ресурсы*. Излишки средств одних подразделений направляются на поддержание роста других, а при необходимости делаются вложения в ценные бумаги. Финансовые полномочия штаб-квартиры распространяются также на право утверждать инвестиционные проекты подразделений, гарантируя тем самым сбалансированное распределение ресурсов. При этом анализируют только риски и контролируют имеющиеся ресурсы, не вдаваясь во все тонкости содержания товарно-рыночной стратегии подразделения.

В - т р е т ь и х, штаб-квартира разрабатывает *систему контроля результатов*. Идеологию такой системы вырабатывают менеджеры центра. Они определяют критерии производительности, длительность отчетных периодов, формы планов и бюджетов, а также формулируют техническое задание на создание информационной системы, посредством которой штаб-квартира получает данные о результатах деятельности подразделений.

В - ч е т в е р т ы х, штаб-квартира смешает и назначает *руководителей подразделений*. В дивизиональной структуре это право, наряду с правами ликвидировать/продать подразделение или поддерживать его финансовыми ресурсами, имеет решающее значение, так как структура препятствует прямому вмешательству менеджеров центра в оперативную деятельность подразделений. Система контроля результатов может сигнализировать о проблемах подразделения, но она не способна определить, коренятся они в неблагоприятных условиях или ошибках менеджмента.

В - п я т ы х, менеджеры штаб-квартиры должны *лично наблюдать за деятельностью подразделений*. В этом смысле координация частично возвращается к прямому контролю как дополнительному средству стандартизации выпуска. Менеджеры центра, ведающие делами нескольких подразделений, периодически посещают их, чтобы «держат руку на пульсе» и не пропустить первых признаков

надвигающихся проблем. Это знание также позволяет менеджерам штаб-квартиры оценивать обоснованность заявок подразделений на финансирование и лучше знакомиться с потенциальными кандидатами на руководящие должности. Учитывая специфику дивизиональной организации, менеджеры штаб-квартиры постоянно балансируют между опасностью остаться в неведении относительно проблем подразделений и соблазном вмешаться в их решения.

В - ш е с т ы х, прерогативой штаб-квартиры является предоставление подразделениям *общих вспомогательных услуг*. Распределение вспомогательных служб — их концентрирование в штаб-квартире или рассредоточение по подразделениям — главный вопрос при проектировании дивизиональной структуры. Службы, которые могут быть поставлены в зависимость от потребностей отдельных подразделений или быть в шаговой доступности и характеризуются стандартной легко копируемой структурой — обычно рассредоточиваются по подразделениям, а иногда дублируются и в штаб-квартире. Но службы, которые ведают ключевыми вопросами и должны работать со всеми подразделениями, концентрируются в штаб-квартире. В первую очередь это относится к финансовой службе, которая ведает распределением ресурсов, налогообложением, страхованием, взаимоотношениями с фискальными органами и другими организациями. Во вторую очередь это касается службы, ответственной за функционирование системы контроля результатов. Иногда на уровень штаб-квартиры могут быть подняты вопросы научно-методического обеспечения направлений работы дивизиональной организации, как, например, в корпоративном университете. Однако организация, которая желает быть дивизиональной, должна жестко ограничить число вспомогательных служб при штаб-квартире. Каждая из них навязывает подразделениям свои решения, покушаясь тем самым на их автономию.

Когда диверсификация базируется на региональной основе или на разнообразии клиентов, а не товаров и услуг, разделение на дивизионы нередко оказывается неполным. Выпуск одних и тех же товаров/услуг в каждом обслуживаемом регионе или для каждой группы клиентов подталкивает штаб-квартиру к централизации большей части процесса принятия решений и сосредоточению многих вспомогательных служб в центре, с тем, чтобы обеспечить общие операционные стандарты для всех подразделений. Централизация и концентрация некоторых функций, среди которых есть и критические, т.е. важнейшие для выработки товарно-рыночных стратегий, существенно ограничивают дивизиональную автономию.

На самом деле такая структура стремится к комплексной механистической бюрократии, но с одним отличием: здесь операции распределены по отдельным рыночно-ориентированным организационным единицам. Так, страховые компании концентрируют функции инвестирования, компании розничной торговли — функцию снабжения, а университеты — функцию научно-методического обеспечения учебного процесса.

На рис. 10.4 приведена базовая конфигурация дивизиональной структуры. Как видно, ее штаб-квартира состоит из трех частей: небольшого стратегического апекса, включающего высших руководителей, небольшого технократического аппарата, занятого разработкой и внедрением системы контроля за исполнением и образовательными программами для менеджеров, и более развитого вспомогательного персонала, состоящего из научно-исследовательских подразделений, финансово-юридических служб, службы связи с общественностью, службы безопасности и подразделений социальной инфраструктуры. В операционном ядре располагаются самостоятельные подразделения (дивизионы), руководители которых, тем не менее, являются представителями административной вертикали и, более того, ее верхней части.

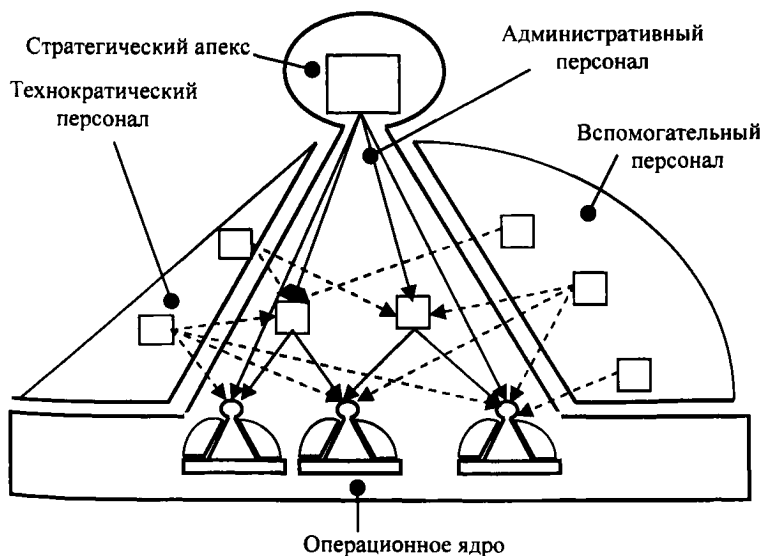


Рис. 10.4. Базовая конфигурация дивизиональной структуры

Отсюда следует вывод, что административная вертикаль является основной частью дивизионально выстроенной организации. Дивизионы изображены в виде механистических бюрократий, чтобы лишний раз показать, что разделение на дивизионы побуждает подразделения к использованию именно этой конфигурации.

Дивизиональная организация наилучшим образом функционирует в несложных и не слишком динамичных условиях. Как правило, дивизиональная структура появляется как структурная реакция на механистическую бюрократию, действующую в простой стабильной внешней среде с горизонтально диверсифицированным ассортиментом продукции или услуг.

Когда организация пытается навязать дивизиональную структуру организационным единицам, работающим в других условиях — сложных или динамичных, где результат невозможно измерить с помощью контроля, обычно возникает гибридная структура. На самом деле, чтобы контролировать подразделения, штаб-квартира вынуждена использовать не стандартизацию выпуска, а какой-то другой механизм. Если она обращается к правилам и инструкциям, т.е. устанавливает стандарты, которые непосредственно контролируют решения и рабочие процессы подразделений, возникает гибрид с механистической бюрократией, которую еще называют *дубль-бюрократией*. Если же менеджеры штаб-квартиры решают пристальнее следить за подразделениями посредством более тесных контактов с их руководителями (прямой контроль), то возникает гибрид с простой структурой, которую называют *индивидуализированной дивизиональной структурой*. Если они будут пытаться контролировать поведение подразделений преимущественно через социализацию, т.е. назначая на руководящие посты людей, которым полностью доверяют, поскольку те прошли специальный курс индокринации, возникает гибрид с отдельными характеристиками профессиональной бюрократии, который называют *социализированной дивизиональной структурой*.

В сравнении с функционально-интегрированной структурой дивизиональная структура имеет четыре основных преимущества.

В о - п е р в ы х, она способствует более эффективному размещению капитала. Выбирая объект инвестиций, штаб-квартира имеет возможность сконцентрировать ресурсы компании на самых сильных своих рынках. Функциональная же структура инвестирует в одну функцию.

В о - в т о р ы х, позволяя молодым руководителям самостоятельно управлять бизнесом, дивизиональная структура помогает готовить руководящие кадры высшей квалификации. В отличие от

нее в функциональных структурах менеджеры административных подразделений связаны между собой отношениями зависимости, что исключает личную ответственность и автономию.

В-третьих, дивизиональная структура позволяет распределить риски по разным рынкам. В функциональной структуре разрыв одного звена в операционной цепочке ставит под угрозу существование системы в целом.

В-четвертых, дивизиональная структура обладает исключительной стратегической оперативностью. Подразделения способны тонко настраивать свои бюрократические машины, в то время как внимание штаб-квартиры фокусируется на стратегическом портфеле (она приобретает новые компании и избавляется от старых непродуктивных подразделений).

Но раз экономическая система диверсифицировалась, а затем разделилась на подразделения, есть смысл изменить базис сравнения и в качестве него использовать независимые организации-подразделения, образовавшиеся в результате ликвидации штаб-квартиры. В этом случае функцию распределения инвестиционных ресурсов (первое преимущество) возьмет на себя рынок капитала. Лучше это или нет — однозначного ответа не существует.

Что касается преимуществ в подготовке руководящих кадров, то вопрос здесь в том, приобретают ли руководители подразделений опыт больший, чем, если бы они были президентами самостоятельных компаний. Дивизиональная организация имеет возможность организовывать для менеджеров курсы повышения квалификации, осуществлять ротацию, чтобы разнообразить опыт управленцев. Ресурсы же независимой компании и в этом отношении ограничены. Но вместе с тем они полностью автономны, что очень важно для воспитания самостоятельного руководителя.

Третье преимущество дивизиональной структуры связано с распределением рисков и заключается в том, что дивизиональная структура обеспечивает индивидуальному бизнесу поддержку, позволяющую преодолевать временные трудности, в то время как независимая компания очень уязвима в период кризисов или экономических спадов. Но имеется и контраргумент: разделение на дивизионы позволяет скрывать приближающееся банкротство, поскольку проблемные подразделения получают поддержку дольше, чем это необходимо.

Для четвертого преимущества, касающегося стратегической оперативности, тоже есть свой контраргумент. Дело в том, что система контроля дивизиональной структуры всегда рассчитывается таким образом, чтобы побуждать менеджера постоянно стремиться

к повышению производительности. В то же время она не позволяет раскрыться его творческим способностям. В независимой компании руководитель-предприниматель знает, ради чего он рискует, и ни одна введенная штаб-квартирой система контроля не в состоянии обеспечить столь сильной мотивации.

И тут мы выходим на социальную составляющую эффективности дивизиональной структуры. Как отмечалось, в этой структуре штаб-квартира компании контролирует деятельность подразделений, опираясь на количественные критерии — прибыль, объем продаж, норму возврата инвестиций. Проблема заключается в том, что эти критерии превращаются в навязчивую идею менеджеров, вытесняя цели, не измеряемые количественно, — качество продукции, чувство удовлетворения от труда, уровень обслуживания потребителей, экологическую безопасность, привлекательность компании для выпускников вузов. С точки зрения бухгалтера, у этих целей очень неудачные характеристики: они неосозаемы, неопределенны и их невозможно внести в финансовые отчетности подразделений. Другими словами, их нельзя включить в систему контроля результатов. В итоге существующая система финансовой отчетности действительно препятствует проявлениям социальной чуткости дивизиональной организации.

Умей мы разделять социальные и экономические последствия принимаемых в бизнесе решений, число проблем уменьшилось бы. Каждое стратегическое решение крупной компании влечет за собой и экономические, и социальные последствия. В результате система контроля побуждает дивизиональную структуру принимать решения, которые в лучшем случае не имеют социального значения, а в худшем являются социально безответственными. Менеджер подразделения, вынужденный заботиться в первую очередь об экономических последствиях принимаемых решений, попросту игнорирует их социальные аспекты.

Несмотря на сомнительную социальную эффективность дивизиональной структуры, существуют многочисленные попытки использовать ее в университетах, больницах, государственных организациях и других сферах общественного сектора. Однако функционирование дивизиональных структур в этом секторе сопровождается несколькими специфическими проблемами, которые отрицательно сказываются на общей эффективности.

Во-первых, правительственные организации, а иногда и другие институты не могут избавиться от подчиненных подразделений или делают это очень редко. В них отсутствует механизм организационного обновления.

Во-вторых, правила приема на государственную службу идут вразрез с концепцией ответственности руководителя. Штаб-квартира не может по своему усмотрению проводить ротацию или менять руководителей подразделений. Трудовой кодекс не дает такой свободы.

В-третьих, серьезной остается проблема оценки. Дело в том, что цели государства и большинства институтов общественного сектора в основном социальные и не поддаются измерению. А без количественных измерений чистая дивизиональная структура неработоспособна.

Поэтому правительства, университеты и другие общественные институты, пытающиеся использовать дивизиональную структуру для достижения неизмеряемых целей, встают перед выбором: либо забыть о любых методах контроля за исключением назначения на руководящие посты социально ответственных сотрудников, либо использовать механистическо-бюрократические механизмы контроля, либо ввести дивизиональный контроль путем установления искусственных стандартов результатов деятельности.

Таким образом, эффективность дивизиональных структур сохраняется только в рамках частного сектора. Лишним подтверждением этого является тот факт, что подавляющее большинство крупных и преуспевающих транснациональных корпораций эксплуатируют именно эту организационную структуру. Однако в силу своей незавершенности и неустойчивости дивизиональная оргструктура все время модифицируется под влиянием факторов внешней среды и новых тенденций развития.

10.5. Адхократическая структура

Сложные инновации требуют совершенно особой конфигурации организационной структуры хозяйствующего субъекта, способной объединить специалистов разных профессий в слаженно функционирующие адхократические проектные команды. Это означает отход от укоренившихся схем. Следовательно, в координации инновационная организация не может полагаться ни на одну из форм стандартизации. Она должна избегать всевозможных ловушек бюрократических структур, и прежде всего стремления к жесткому разделению труда, строгому дифференцированию организационных единиц, чрезмерной формализации поведения и тотального использования систем планирования и контроля. А главное, инновационная организация всегда должна оставаться гибкой и быть готовой к очередной метаморфозе.

Гибкое органическое строение характерно и для обладающих инновационными способностями простых структур. Но их инновационные возможности ограничены потенциалом единственного руководителя и простой внешней средой. А сложная инновационная деятельность возможна в сложном окружении. Поэтому необходима гибкая структура иного типа, позволяющая сочетать разнообразные знания и навыки сотрудников. Следовательно, в организацию с адхократической структурой, как в любую другую профессиональную организацию, должны привлекаться знающие люди со специальным образованием. Однако в отличие от профессиональной бюрократии для достижения координации адхократия не может опираться на стандартизацию квалификации своих специалистов, поскольку стандартизация не способствует инновациям. Скорее, она должна использовать имеющиеся знания и опыт в качестве базы для генерирования новых знаний.

Как известно, для генерирования инноваций необходимо активное взаимодействие формализованных и неформализованных знаний членов адхократической команды; оно осуществляется по цепочке «социализация—экстернализация—комбинация—интернализация». Поэтому, не ставя свое поведение в зависимость от профессий экспертов и дифференцирования функциональных подразделений, адхократия ломает привычные границы специализации. Разные специалисты должны объединяться в многопрофильные команды, каждая из которых формируется для реализации конкретного инновационного проекта.

Для сохранения организационной целостности адхократия использует матричную структуру. В соответствии с необходимостью соблюдения бюрократических процедур, диктуемых трудовым законодательством (приема на работу, осуществления профессиональных коммуникаций, обеспечения карьерного роста сотрудников и т.п.) специалисты группируются в организационные единицы, откуда распределяются по проектным командам для выполнения своих непосредственных обязанностей — решения инновационных задач.

Координация деятельности различных специалистов в рамках команды, а также координация деятельности самих команд опираются на механизм взаимного согласования, а это, в свою очередь, требует инструментария для обеспечения всевозможных взаимодействий. Следовательно, адхократии нужны менеджеры-интеграторы, менеджеры-переговорщики и иные посредники между специалистами, командами, альянсами с другими организациями, связывающие их воедино и тем самым укрепляющие организационную структуру.

Они не руководят в обычном смысле этого слова, не отдают распоряжений подчиненным, они осуществляют горизонтальную координацию команд и подразделений.

Таким образом, в адхократии множество разных менеджеров — функциональных, интеграционных и проектных — которые совместно работают в специальных группах, сформированных для решения конкретных задач. Особенно много проектных менеджеров, поскольку много команд, все они, как правило, малочисленны и каждой из них необходим свой руководитель. Следовательно, норма управляемости в адхократии обычно невелика. Многие менеджеры являются специалистами, непосредственно работающими над проектами вместе с другими членами команд.

Опираясь на высококвалифицированных работников, адхократия, как и профессиональная бюрократия, особым образом специализирована. В ней специалисты распределены по всей структуре. Их везде много: и в операционном ядре, и в административных подразделениях, и во вспомогательных подразделениях, и в стратегическом апексе. Поэтому для адхократии характерна не концентрация власти в какой-то одной части организационной структуры, а ее распродоточенность по разным участкам и уровням.

Различают операционную и административную адхократию.

Операционная адхократия решает задачи непосредственно по поручению своих клиентов. К этому классу адхократических систем относятся консультационные фирмы, рекламные агентства, творческие образования, предприятия по производству нестандартного оборудования, а также научно-исследовательские и опытно-конструкторские организации. Многопрофильные целевые команды операционной адхократии, как правило, работают по контрактам. Однако иногда контракты не имеют документального оформления и заключаются в форме «джентельменских соглашений».

Фактически каждой операционной адхократии можно противопоставить соответствующую ей профессиональную бюрократию, которая осуществляет аналогичную, но более узко ориентированную деятельность. Разница между ними состоит в том, что, рассматривая проблему клиента, операционная адхократия стремится найти новое творческое решение, в то время как профессиональная бюрократия квалифицирует проблему как одну из стандартных ситуаций, к которой может быть применена некая типовая программа. Для первой характерно *дивергентное мышление*, ориентированное на инновации, а для второй — *конвергентное*, ограниченное усовершенствованиями. Например, одна консультационная фирма подходит к каждому контракту творчески, а другая рассматривает

их как заказы на проведение реинжиниринга и внедрение системы менеджмента качества. Миссия у них одна и та же, но выпуск и производственные структуры различаются радикально.

Операционная адхократия стремится создать нечто новое, ее специалисты взаимодействуют неформально, посредством взаимных согласований в органически структурированных проектных командах. В предоставляющей же стандартные услуги профессиональной бюрократии, где каждый специалист способен функционировать самостоятельно, их деятельность автоматически координируется благодаря стандартизации квалификации.

Характерной особенностью операционной адхократии является переплетение административной и операционной деятельности. В целевых проектных группах очень трудно отделить планирование от проектирования и проектирование от непосредственного исполнения. И то, и другое, и третье требует разнообразных навыков, приобретаемых от проекта к проекту. Очень часто линейные менеджеры среднего звена могут работать над проектами совместно с операторами операционного ядра и представителями вспомогательных служб, которые в операционной адхократии играют очень важную роль и иногда отличаются исключительной квалификацией (рис. 10.5).

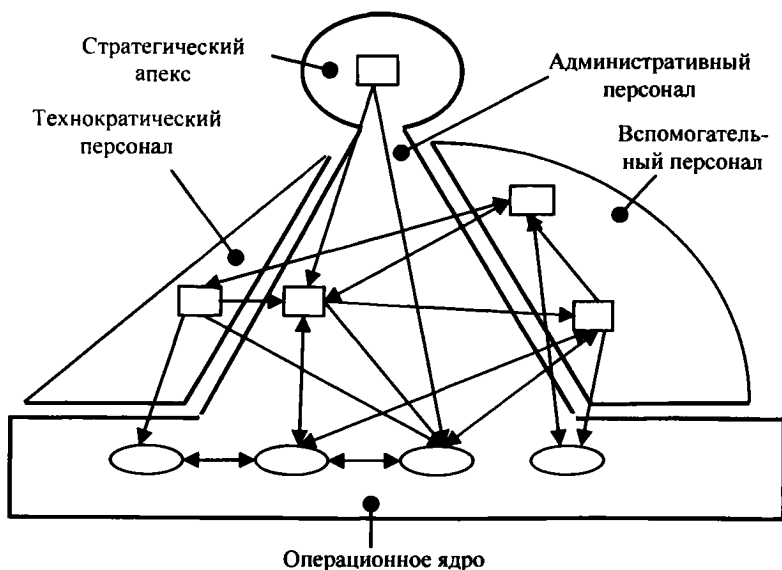


Рис. 10.5. Базовая конфигурация операционной адхократии

Отсюда следует, что для операционной адхократии характерна селективная вертикальная и горизонтальная децентрализация. По вертикали принятие решений делегируется на тот уровень, на котором наилучшим образом может быть собрана необходимая информация. А по горизонтали эти группы селективно используют знания специалистов разных частей организации в зависимости от сложности проекта: эксперты технократических подразделений консультируют линейных менеджеров и вместе с ними, операторами операционного ядра и специалистами вспомогательных служб (например, научно-исследовательского отдела и службы управления персоналом), образуют специальную команду по выработке конкретных решений, включая подбор и расстановку кадров. Таким образом, право принимать решения распределяется между менеджерами и неменеджерами всех уровней иерархии в соответствии с требованиями конкретного проекта. В адхократии никто не монополизировал власть на инновации.

Административная адхократия предназначена для реализации проектов, направленных на достижение собственных целей. В ней четко разделяется административный персонал и операционное ядро, которое практически изолировано от остальной части экономической системы (рис. 10.6). Эта изоляция может принимать различные формы.

В о - п е р в ы х, если у экономической системы есть особая необходимость в инновационной деятельности, но при этом ее операционное ядро должно оставаться механистическо-бюрократическим, оно может существовать как независимая организация, а оставшаяся часть будет структурироваться как адхократия. На такое разделение идут тогда, когда вследствие обострения конкуренции или в связи с динамическим развитием базовой технологии необходимо обеспечить быстрый прорыв в новое качество, но для обеспечения этого прорыва некоторое время надо сохранить старое производство, приносящее хоть какие-то дивиденды.

Чтобы не препятствовать инновациям, необходимо устранить социальное напряжение, зарождающееся в основании механистической бюрократии и проникающее в административную. Это можно сделать отсечением операционного ядра от адхократической структуры, которая должна осуществить инновационный прорыв.

В о - в т о р ы х, в некоторых случаях экономическая система, выполняя заказы организаций, может полностью отказаться от операционного ядра. Это дает ей свободу и позволяет сконцентрироваться на научно-исследовательской деятельности.

Например, компания, занимающаяся масштабными внедрениями информационных технологий, самостоятельно проводит обследо-

дование объекта, технико-экономическое обоснование и концептуальное проектирование новой информационной системы, а непосредственную разработку составляющих ее компонент осуществляют более мелкие организации на контрактной основе. На заключительном этапе организации-заказчику остается только собрать воедино полученные результаты, т.е. выполнить функции системного интегратора.

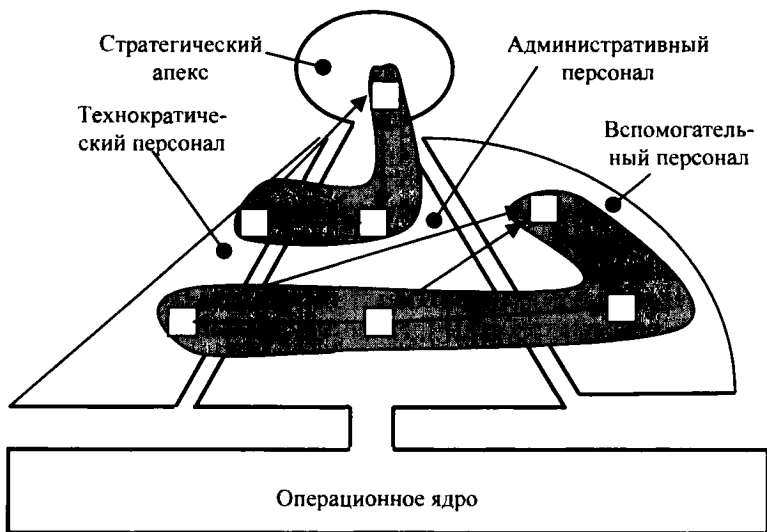


Рис. 10.6. Базовая конфигурация административной адхократии

В - третьих, изоляция операционного ядра от административной адхократии может состояться в результате автоматизации. Самостоятельное функционирование операционного ядра почти устраняет проблему прямого контроля со стороны администрации, все усилия которой можно сконцентрировать на изменениях, инновациях и освоении новых технологий. Например, многие нефтяные и газодобывающие предприятия сегодня развиваются как административные адхократии. Понимая, что запасы природных энергетических ресурсов истощаются, они, с одной стороны, создают технологии их более глубокой переработки, а с другой — диверсифицируют производство, развивая альтернативные виды энергии. При этом все исследования и разработки подпитывает традиционная добыча и переработка, которые существуют практически сами по себе. Следовательно, в административной адхократии операционное

ядро изолировано и мало влияет на инновационную деятельность. Таким образом, административная адхократия структурируется как система рабочих созвездий, каждое из которых располагается на определенном уровне иерархии соответственно значимости функциональных решений, которые оно должно обеспечить.

Поскольку административная адхократия выполняет проекты только для себя, а не для сторонних клиентов, товарно-рыночная сфера ее операций обычно более концентрирована. Сфокусированная сфера операций означает, что усилия различных специалистов следует структурировать более тщательно, чем в операционной адхократии. В свою очередь, для структурирования действий необходимо планирование. Однако трудность такого планирования в том, что известна лишь цель, а средства ее достижения — нет, их приходится вырабатывать по ходу, путем проб и ошибок. Поэтому возможно только общее планирование действий, которое позволяет рабочим созвездиям принимать конкретные решения.

В любой адхократии ключевую роль играет вспомогательный персонал. Здесь сосредоточено большинство специалистов, от которых зависит данная конфигурация. Вместе с линейными менеджерами вспомогательный персонал составляет интеллектуальный фонд организации. Из него формируются проектные команды и выбираются их руководители.

Значение технократического персонала в адхократических экономических системах невелико. Аналитики не разрабатывают систем контроля над другими сотрудниками, а выполняют свои функции одновременно с менеджерами административных подразделений и вспомогательным персоналом в проектных командах. Их функции — экономическое прогнозирование и выработка адаптационных решений, отражающих реакцию экономической системы на изменения внешней среды.

Адхократия сочетает органические рабочие механизмы с властью, основанной на компетентности. И первейшая задача менеджеров всех уровней заключается в разрешении конфликтов и перенаправлении их в конструктивное русло. Руководители адхократической организации должны регулировать человеческие взаимоотношения, уметь устанавливать контакты, вступать в альянсы, убеждать и договариваться в целях объединения разрозненных специалистов в слаженно функционирующие многопрофильные команды.

Большое внимание высшее руководство адхократии должно уделять и мониторингу проектов. Благодаря личному контролю стратегического менеджера над реализацией проектов, проектные менеджеры стремятся к тому, чтобы реализация проектов осуществлялась в

соответствии с утвержденными графиками и в рамках выделенных бюджетов. Для этого в адхократической организации учреждается специальная служба управления проектами, в основе которой, как правило, лежит специализированная инструментальная система, поддерживающая все функции контура организационного управления «планирование—учет—контроль—анализ—регулирование».

Но, пожалуй, важнейшая роль стратегических менеджеров в данной конфигурации заключается в обеспечении связей с внешней средой. Если в других конфигурациях внимание руководства обычно сосредоточено на четко определенных рынках, что гарантирует им более или менее постоянный рабочий поток, то в адхократии, особенно в ее операционной модификации, которая оживает от проекта к проекту, вся ответственность за устойчивое и сбалансированное поступление новых заказов лежит на высшем руководстве. Наиболее ярко это проявляется в консалтинговых компаниях. Как считают признанные авторитеты в этой области, каждая консультационная компания постоянно находится в трех месяцах от банкротства. Другими словами, отсутствие заказов более-менее длительное время может привести к закату и ликвидации компании.

Для успешного функционирования и дальнейшего развития адхократическая организация требует наличия определенных условий. Рассмотрим ключевые условия.

Условия внешней среды. Наилучшим образом адхократия существует в одновременно сложных и динамичных условиях. Сложное и непредсказуемое внешнее окружение способствует становлению децентрализованной системы выработки и принятия управленческих решений, а динамически меняющиеся значения его ключевых характеристик склоняют организацию к органическому построению ее структуры. Таким образом, сложная и динамичная внешняя среда обуславливает формирование адхократической организационной структуры, а та, в свою очередь, для эффективного функционирования и дальнейшего совершенствования выбирает подходящую внешнюю среду. Так, рекламные агентства и консалтинговые компании, структурирующие себя как адхократии, стремятся заполучить эксклюзивный заказ в сложной, непредсказуемой среде, в то время как позиционирующиеся на этом же рынке профессиональные бюрократии предпочитают заказы одного типа в стабильных условиях.

Научно-исследовательские и высокотехнологичные организации, конструкторские бюро также тяготеют к адхократической конфигурации. Их деятельность отличается высокой сложностью и не поддается прогнозированию. Часто в период перемен даже традиционно бюрократические профессиональные организации могут прибегнуть

к адхократической структуре. Например, вступив на путь интеграции в европейское образовательное пространство, многие отечественные университеты проводят инновационные преобразования и склоняются к адхократической организационной структуре.

Неравноправные силы внешней среды. Неравноправие во внешней среде экономической системы побуждает ее к избирательной децентрализации и формированию дифференцированных рабочих групп. Каждая группа, работая по определенному направлению, специфически взаимодействует с внешней средой. В конечном итоге результаты всех направлений деятельности объединяются. Именно так в настоящее время действуют многие транснациональные корпорации, что вынуждает их структурироваться как административных адхократии.

Годами они использовали дивизиональную структуру, группируя свои основные подразделения по регионам или товарному ассортименту. Но изменения во внешней среде уравнивали факторы, влияющие на этот выбор, и тем самым очень затруднили его. Так, с одной стороны, выбор в пользу регионального разделения отрицает взаимозависимость различных региональных маркетинговых стратегий товаров, результатом чего является дублирование производственных мощностей в каждом регионе. С другой стороны, выбор в пользу ассортиментного дифференцирования игнорирует взаимозависимость между товарными линиями, требуя создания множества разных маркетинговых подразделений в одном регионе. В итоге корпорации должны были выбирать из альтернативных вариантов.

Однако с появлением матричной структуры корпорации смогли логически разрешить возникшую дилемму. Они установили региональное и товарное разделение на одном уровне иерархии, погрузив их в неизменную матричную структуру. В рамках такой структуры региональный менеджер по продукту подчиняется и генеральному региональному менеджеру, и менеджеру по данному продукту во всех регионах. В результате возникла гибридная структура, которую называли *дивизиональная адхократия*. Ее рынки диверсифицированы, как в классической дивизиональной организации, но части ее внешней среды более сложны, динамичны и неравномерны. Таким образом, транснациональные корпорации, осознающие взаимозависимость разных товарных линий, сталкиваясь с возрастающей сложностью и динамизмом внешней среды, склоняются к гибридной форме дивизиональной адхократии.

Частые товарные изменения. Некоторые экономические системы тяготеют к адхократии в силу динамизма условий, являющихся

следствием очень частых товарных изменений. Типовые представители такого вида систем — производители нестандартного оборудования, периодические издания и высокотехнологичные венчурные организации. Например, венчурные организации оперируют в динамичной внешней среде, а их выпуск полностью зависит от квалификации и опыта специалистов, работающих в многопрофильных командах. Поскольку преимущественно такие организации находятся в собственности предпринимателей, которые, как правило, сами являются высококвалифицированными специалистами, то образовавшуюся конфигурацию назвали *предпринимательской адхократией* — промежуточной между операционной адхократией и простой структурой.

Отдельные производители потребительских товаров оперируют на рынках со столь интенсивной конкуренцией, что вынуждены постоянно менять товарные предложения. Например, звукозаписывающие студии, продукция которых отличается коротким жизненным циклом, прекрасно понимают, что музыкальные композиции вчерашнего хит-парада будут еще востребованы от силы месяц-два. В результате они тоже склоняются к адхократической структуре, которую еще называют *конкурентной адхократией* (учитывая ее основное функциональное предназначение, заключающееся в стремлении обеспечить организации конкурентное преимущество).

Молодость. Адхократическая структура обычно ассоциируется с молодостью экономической системы, т.е. ранними стадиями ее развития. Со временем любая адхократия склоняется к бюрократизации. Особенно короток век операционных адхократий. Они действуют на высокорискованных рынках, которые в одночасье могут их разрушить. Экономический спад или потеря крупного заказчика могут обернуться мгновенным крахом для компании.

Но если причиной короткой жизни одних операционных адхократий являются неудачи, то других губят успехи. Так, с возрастом преуспевающая компания приобретает репутацию лучшей в своей предметной области, что побуждает ее повторять определенные проекты и шире использовать испытанные приемы. Совершенствуя свои лучшие подходы и методики, операционная адхократия постепенно приближается к профессиональной или механистической бюрократии с их стандартизованным выпуском. Компания выживает, но ценой изменения конфигурации.

Рассуждая о неотвратимости бюрократизации адхократических структур, необходимо отметить, что существует целый подкласс в этом множестве организаций, которые не подвержены такой тенденции. Это так называемые *временные адхократии*. Они формируются для работы над одним проектом, после чего распадаются. К

примеру такого рода адхократии следует отнести и театральную антрепризу, в репертуаре которой всего одна пьеса, и избирательный комитет некоего кандидата, и оргкомитет отдельной научной конференции, спортивного соревнования или конкурса красоты.

Технологическая система. Сложная технологическая система требует, чтобы компания имела высококвалифицированный вспомогательный персонал для ее обслуживания. Иными словами, для эксплуатации сложной аппаратуры, высокотехнологичного оборудования требуется наличие грамотных специалистов, наделенных полномочиями принимать решения. Как следствие, специалисты вспомогательного подразделения становятся влиятельными членами организации, заставляя менеджеров стратегического апекса, технократических и административных подразделений разделить с ними властные полномочия. Следовательно, компания со сложной технологической системой приближается к конфигурации административной адхократии.

Автоматизированные сложные технологические системы еще более влиятельны. Например, механистическая бюрократия, сумевшая автоматизировать операционное ядро, обычно претерпевает разительные перемены. Проблема мотивации занятых однообразным трудом работников снимается, а вместе с этим нивелируется пронизывавший структуру менталитет тотального контроля, стираются различия между начальниками и подчиненными, уменьшается число конфликтов, ослабевают влияние технократических подразделений и отпадает необходимость в инспектировании работы операторов операционного ядра. В целом административная структура становится более децентрализованной, органической и постепенно превращается в *автоматическую адхократию*.

Мода. Сегодня очень популярны компетентность, проектные команды, органическая структура, децентрализация власти, автоматизированные системы, которые составляют структурный портрет адхократии. Если простая структура и механистическая бюрократия являются структурами вчерашнего дня, профессиональная бюрократия и дивизиональная структура — конфигурациями современности, то адхократия, вне всяких сомнений, является конфигурацией будущего. С одной стороны, эта конфигурация адекватна обществу, уровень образования и степень специализации которого неуклонно возрастают, а с другой стороны, — среде, которая постоянно усложняется и постоянно требует инноваций. По сути, адхократия — единственно возможный выбор для тех, кто уверен, что, чем больше демократии и меньше бюрократии, тем лучше.

Несмотря на то что в процессе первой эволюции организация как добровольное объединение людей для достижения определенных целей становилась все более взаимосвязанной и взаимозависимой,

мой, ее составные элементы стремились к все большей независимости к самостоятельному выбору. Для решения этой дилеммы и гармоничного сочетания противоположных тенденций в рамках одной системы были разработаны адхократическая структура и ее модификации. Насколько успешно они справляются с поставленной задачей — покажет время.

10.6. Силовое поле структурных построений

Рассмотренные в этой главе конфигурации — теория. Реальные экономические системы гораздо более сложны, чем любая из рассмотренных пяти конфигураций. Тем не менее эти конфигурации образуют ограничивающее действительность поле, в рамках которого и находятся реальные организационные структуры (рис. 10.7). Каждая конфигурация располагается в одной из вершин пятиугольника, притягивая к себе реальные организационные структуры.

Простая структура, представляющая собой первую стадию развития многих организаций, размещается наверху. На следующем уровне с обеих сторон расположились две бюрократии: механистическая и профессиональная. На нижнем уровне разместились самые сложные конфигурации: дивизиональная организация и адхократия.

Одни реальные экономические системы занимают очень близкие к вершинам пятиугольника позиции и приближаются к чистым типам, другие располагаются на определенном расстоянии от двух или более вершин и представляют собой гибриды или некоторые переходные формы от одного типа к другому.

Собственно говоря, конфигурации представляют собой набор пяти сил, «растягивающих» экономические системы в пяти различных направлениях:

- 1) простая структура «тянет» другие системы к централизации и координации функционирования посредством прямого контроля;
- 2) механистическая бюрократия предрасположена к координации деятельности посредством стандартизации рабочих процессов;
- 3) профессиональная бюрократия ассоциируется со стремлением операторов к повышению профессионализма и координации деятельности посредством стандартизации навыков;
- 4) дивизиональная структура воплощает в себе тягу менеджеров административной вертикали к автономии и координированию совместной деятельности посредством стандартизации выпуска;
- 5) адхократия выражает стремление вспомогательного персонала к инновациям и координации деятельности посредством взаимных согласований.

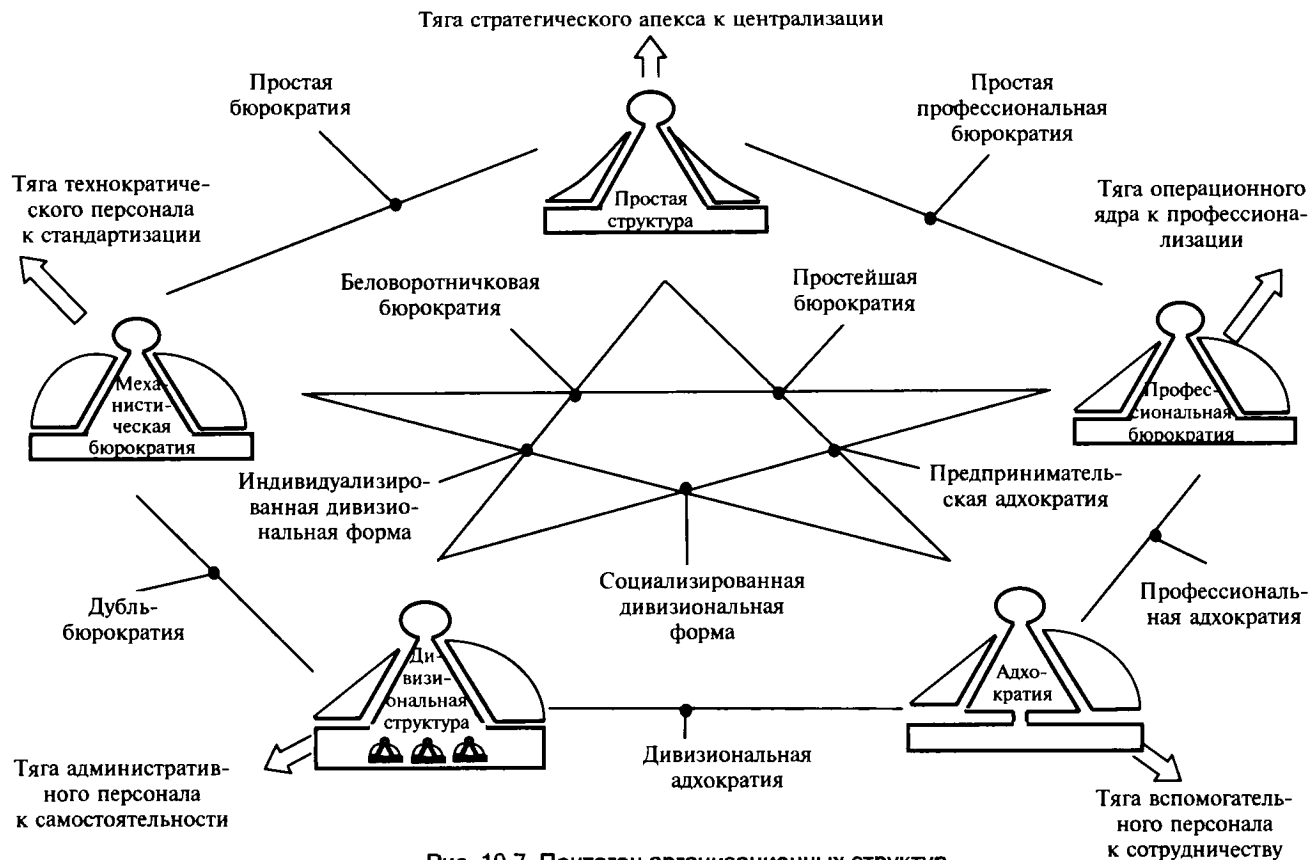


Рис. 10.7. Пентагон организационных структур

Фактическая организационная структура экономической системы зависит от силы притяжения каждой вершины — конфигурации. Когда доминирует одна из них, следует ожидать, что организационная структура системы приближается к одному из чистых типов конфигурации. Если притяжение двух или более вершин относительно равное, можно ожидать некой гибридной конфигурации. А если одна сила больше другой, экономическая система находится в состоянии перехода от одной конфигурации к другой.

На множестве переходных процессов выделяют два главных сюжета, связанных со стадиями структурного развития экономических систем. П е р в ы й характерен для организаций, которые начинают свою жизнь в простой внешней среде. Он охватывает левую часть пентагона, включая самую высокую вершину.

Большинство организаций начинают свою деятельность с простой структуры. Взрослея, развиваясь и, возможно, попадая под внешний контроль, они склонны формализовать свое поведение и в конечном итоге совершают переход к механистической бюрократии. Продолжая расти, организации нередко диверсифицируют свою деятельность, что впоследствии может привести ко второму структурному переходу — от механистической бюрократии до дивизиональной структуры. Подверженная такому переходу организация может остановиться на каком-то промежуточном этапе, приняв гибридную форму, связанную с производством побочных или взаимосвязанных продуктов.

Конечно, эта последовательность может быть нарушена вмешательством других сил. Усложнение внешней среды или технологической системы новой организации может подтолкнуть ее не к механистической бюрократии, а к адхократии. А если механистическо-бюрократическая система столкнется с высокой сложностью в отсутствие стабильности, например в силу товарной конкуренции или враждебности внешней среды, то она предпочтет вернуться к простой структуре.

В т о р о й сюжет свойствен организациям, возникшим в сложной внешней среде. Он охватывает правую нижнюю часть пентагона, а дальше продвигается вверх и влево. В данном случае вновь созданные организации сразу принимают адхократическую структуру, применяя инновационные решения для широкого диапазона нестандартных ситуаций. Иногда они сохраняют эту оргструктурную форму очень долго. Но многие организации, взрослея, становятся более консервативными и в поиске стабильности постепенно переходят к профессиональной бюрократии. Другие сосредоточиваются на одной достаточно простой функции и трансформируются в механистическую бюрократию.

Некоторые организации, подражая структуре зрелых профессиональных организаций, начинают жизнь с профессиональной бюрократии. Часто они навсегда сохраняют эту структуру. Однако нередко изменение профессиональных задач или внешний контроль могут привести их к механистической бюрократии. Кроме того, в связи с новой динамикой внешней среды у профессиональных операторов может возникнуть желание больше экспериментировать, что приведет организацию к адхократии.

Структурные переходы часто отстают от инициировавших их новых условий. Структурные перемены всегда происходят трудно, поскольку требуют серьезной реорганизации укоренившихся поведенческих моделей. Например, зачастую предприниматель не дает перестроиться простой структуре, несмотря на то что организация во всех отношениях давно ее переросла. Нередко организация продолжает придерживаться формализации, хотя ее окружающая среда, превратившись в динамически сложную, требует адхократической структуры.

Если изменения наметились, то переход лучше всего осуществлять быстро и решительно. Колебания между двумя конфигурациями: старой, уютной, но уже никуда не годной, и новой, непонятной, но жизненно необходимой — порождает своего рода «организационное безумие», которое может оказаться разрушительнее всех прочих состояний. К аналогичному результату приведет метание между «хорошими» типовыми оргструктурами. Желая взять все лучшее от разных конфигураций, можно создать худшую из них.

Рассмотренные пять базовых структурных конфигураций помогают понять, как могут быть построены эффективные организации. Но ни они сами, ни представляющий их структурный пентагон не вмещают всю существующую действительность, которая намного шире и способна генерировать новые структурные конфигурации, выходящие за пределы рассмотренного силового поля структурных построений.

Резюме

Рассмотренные пять базовых конфигураций организационных структур экономических систем образуют экономическое пространство, в которое попадают все хозяйствующие субъекты. Каждый из них в большей или меньшей степени ощущает на себе силу притяжения всех пяти базовых конфигураций и отстраивает свою организационную структуру таким образом, что она уравнивается силами притяжения всех структурообразующих центров. Однако это не означает, что приведенный перечень базовых конфигураций организационных структур исчерпывающий и экономика не в состоянии произвести на свет новую организационную конструкцию, ко-

торая в большей мере, чем рассмотренные, будет соответствовать реалиям времени.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность простой организационной структуры? Перечислите модификации простой организационной структуры. Приведите примеры. Перечислите и интерпретируйте недостатки простых структурных построений экономических систем.
2. В чем заключается сущность механистической бюрократии? Какие координационные механизмы обеспечения жизнедеятельности экономических систем положены в ее основу? Охарактеризуйте структурообразующие блоки механистической бюрократии. Какие основные проблемы сопровождают становление и функционирование механистических бюрократий?
3. Как формируется и что представляет собой стратегия механистической бюрократии? Есть ли перспективы существования и дальнейшего развития механистических бюрократий в информационном обществе?
4. Что представляет собой профессиональная бюрократия? Какие проблемы сопровождают ее становление и функционирование?
5. В чем заключается сущность дивизиональной организационной структуры экономической системы? Какие координационные механизмы лежат в ее основе? Как сочетается дивизиональная структура с другими конфигурациями структур экономических систем?
6. Чем обусловлено появление адхократических организационных структур экономических систем?
7. Чем обеспечивается организационная целостность адхократической организационной структуры?
8. Приведите сравнительную характеристику адхократии и профессиональной бюрократии.
9. Приведите примеры типовых структурных переходов. Дайте им логические объяснения.

Темы рефератов и эссе

- Волонтерская организация: новая организационная структура или новая модификация.
- Научно-исследовательские университеты: организационные структуры.
- Как подвести инновационную структуру под экономику России.
- Хаордические структуры.

Раздел **IV**. Процедуры системного анализа

Глава 11. Целеполагание

Понятие «цель» и сопутствующие ему понятия «целенаправленность», «целеустремленность», «целесообразность» ассоциируются с развитием системы. Развитие системы только тогда имеет смысл, когда оно сопряжено с целью. Как осуществляется целеполагание, какие методы и средства при этом используются, какие сложности сопровождают этот процесс и как с ними бороться — на эти и другие связанные с ними вопросы попытаемся дать ответы в этой главе.

11.1. Область определения цели

Целенаправленно создавая систему, субъект должен заложить в нее желаемую концепцию развития, т.е. осуществить *целеполагание*, или *целеуказание*. Однако и развитие естественной системы — это не что иное, как целенаправленное движение к равновесному состоянию, достижение которого составляет ее внутреннюю цель. Внешняя же цель естественной системы очевидна не всегда и в зависимости от мировоззрения исследователя увязывается либо с ее Божественным предназначением, либо с естественной (природной) целесообразностью.

Для искусственных систем внешняя цель, как правило, задается извне. Собственно, искусственная система для того и создается, чтобы обеспечить достижимость определенной цели. На активной стадии своего жизненного цикла система стремится достичь поставленную цель, рационально расходуя доступные ресурсы. Такое развитие системы называют *целеориентированным*. Оно реализуется посредством соответствующего ему управления, которое в данном случае представляет собой некоторое принуждение или насилие над системой, корректирующее ее естественное развитие, определяемое начальными условиями и обменными процессами. Компенсацией за это насилие является достижение цели.

В зависимости от степени познания исследуемой системы в понятие «цель» может вкладываться различный смысл. Диапазон значений этого смысла может меняться от идеальных устремлений, ассоциируемых с некоторой заоблачной целью, достичь которую заведомо нельзя, но приближаться к ней можно все время, до его материального воплощения в конкретных результатах (рис. 11.1). Цель, вне зависимости от формы ее существования, должна побуждать активные элементы системы к созидательной деятельности.

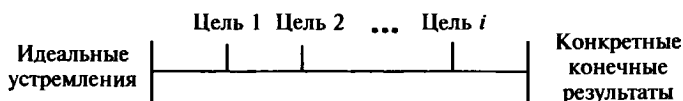


Рис. 11.1. Диапазон изменения значений цели системы

Ближе к правому концу диапазона цель обычно формулируется в понятиях, описывающих состояние системы. Это означает, что на конец управляемого периода директивно задаются значения параметров состояния системы, которые требуется достичь при имеющихся, как правило, ограниченных ресурсах. Например, в стратегическом плане некоторой консалтинговой компании может быть записано следующее: «Довести число оказываемых услуг до 15, объем продаж до — 200 млн руб. и обеспечить рост производительности труда сотрудников не меньше чем на 20%». Таким образом, цель компании на конец текущего года задается с помощью трех параметров <число оказываемых услуг; объем продаж; индекс роста производительности труда>, которые должны достигнуть значений <15 наименований; 200 млн руб.; 20%>.

Ближе к левому концу диапазона, когда неопределенность состояний системы очень высока и невозможно параметризовать желаемое будущее, цель системы увязывают с тенденциями ее развития, выражающимися через категорию «ценность». Другими словами, если конечное состояние системы не поддается строгому описанию, то понятие цели заменяется понятием ценности. В этом случае говорят о *ценностно-ориентированных* системах. В отличие от *целеориентированных* систем, где важен результат достижения некоторого заданного состояния, в *ценностно-ориентированных* системах существенен сам процесс и направление действия, оцениваемые по определенным и большей частью не количественным критериям.

Примером *ценностно-ориентированной* системы может служить творческий коллектив, проводящий фундаментальные научные исследования. У него нет возможности четко представить желаемый конечный результат работы и приходится руководствоваться лишь рациональной ориентацией интеллектуальных усилий. Осознание ценности полученных результатов приходит по мере продвижения в непознанное. О практическом применении полученных результатов представители фундаментальной науки, как правило, не задумываются.

Напротив, ученые, занимающиеся прикладными научными исследованиями, каждый раз имеют перед собой вполне конкретную

цель, заключающуюся в разработке того или иного прибора, технологии или программы. В этом случае процесс исследования будет представлять собой целеориентированную систему, которую довольно точно и достаточно детально можно описать с помощью некоторого сетевого графа.

Между рассмотренными двумя крайними случаями существует множество промежуточных вариантов. В концентрированном виде их суть можно сформулировать следующим образом: если цель задана абстрактно или не находится в пределах досягаемости, то бессмысленно говорить о выборе траектории ее достижения, можно лишь выбрать направление развития системы, чтобы по мере ее познания попытаться конкретизировать желаемое конечное состояние.

Таким образом, представление о цели и формулировка цели зависят от глубины познания системы, и по мере развития представления о ней могут уточняться и конкретизироваться. Каждый раз при уточнении цели аналитик или коллектив, выполняющий эту работу, должен исходя из достигнутого на данный момент представления об исследуемой системе как можно более точно позиционировать новую формулировку цели в допустимом диапазоне изменения ее значений (формулировок).

11.2. Сложности целеполагания

Как уже отмечалось, процесс целеполагания связан с формулировкой требований, предъявляемых к окончанию управляемого периода, в виде конкретных значений параметров состояния. Каждый параметр имеет свою область определения, которая представляет собой некоторый диапазон значений на координате фазового пространства. Поэтому цель системы, описываемая несколькими совместными требованиями в этом фазовом пространстве, есть не что иное, как пересечение поверхностей, каждая из которых имеет смысл функционального объединения параметров состояния, удовлетворяющих выполнению одного требования. На рис. 11.2 приведен пример определения цели системы, удовлетворяющей двум требованиям, представленным поверхностями P_1 и P_2 . Линия пересечения поверхностей P описывает комбинацию состояния системы, которые одновременно удовлетворяют оба требования.

В этом случае математики говорят, что существует задача с подвижным правым концом траектории. Действительно цель будет достигнута, если текущее состояние системы, ассоциируемое с точкой в фазовом пространстве, попадает в любое место на кривой P . Это означает, что к желаемому результату могут привести мно-

гие траектории, и какая из них предпочтительнее — будет ясно в результате решения оптимизационной задачи.

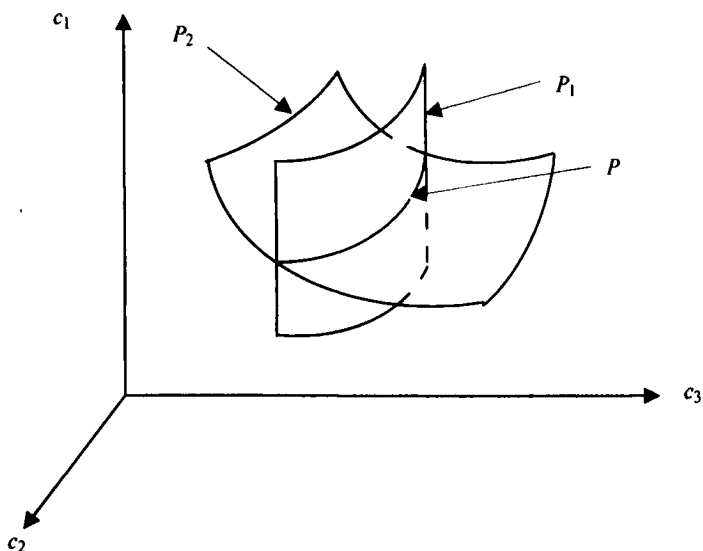


Рис. 11.2. «Геометрия» целеполагания

Однако при назначении цели, удовлетворяющей многим желаниям субъекта, выраженным в требованиях к конечному состоянию системы, может возникнуть много проблем. Так, может оказаться, что требование просто не связано с параметрами состояния системы. Например, предприятие не выпускает целевой товар. Лучший выход из такой ситуации заключается в переходе к другой системе, у которой параметры состояния совместимы с целью.

С другой стороны, к конечному состоянию системы может быть предъявлено такое число требований, что они не будут иметь не то что области, а и единой точки пересечения. Если, например, к двум требованиям P_1 и P_2 на рис. 11.2 прибавить еще одно — P_3 , то соответствующая ему поверхность выделит из линии пересечения P одну точку, т.е. задача с подвижным правым концом вырождается в задачу с фиксированным концом траектории. Но если попытаться выдвинуть еще одно требование к конечному состоянию системы — P_4 , то, вероятнее всего, оно будет несовместимым с предыдущими требованиями и приведет к разрушению цели. Отсюда напрашивается вывод: число конструктивных требований, определяющих цель системы, не может превышать числа степеней

свободы, а следовательно, должно быть не больше числа параметров состояния.

Даже в том случае, когда исследуемая система имеет много степеней свободы, не следует увлекаться детальным описанием цели и тем самым предоставлять системе большую свободу при выборе траектории ее достижения. Именно так поступают политические партии и движения при разработке своих программ и стратегические комитеты при формировании планов развития своих компаний.

Для фиксации цели как конечного состояния чрезвычайно конструктивным является понятие «*область достижимости*», под которой понимают множество всех предельных состояний системы. Другими словами, область достижимости образует множество состояний системы, которого она достигает при наилучшем управлении.

Построение области достижимости является одной из сложнейших процедур в системном анализе. Для ее реализации необходимо суметь построить множество траекторий развития системы на интервале $[t_n, t_k]$ при условии оптимального управления этим процессом, что равносильно выполнению процедуры синтеза оптимальной системы для всех возможных случаев ее использования.

Понятие «область достижимости» положено в основу *концепции рационального планирования*, которая формулируется следующим образом: цель следует назначать как можно ближе к границе области достижимости. Действительно, если цель расположена вне области, то система явно не может попасть в цель и, следовательно, теряется смысл создания такой системы. Если же цель находится внутри области, то она может быть достигнута с меньшими ресурсными затратами, что также требует пересмотра формулировки цели. Только располагаясь на границе области достижимости, цель становится полновесной, а процесс ее достижения полноценно напряженным.

На практике обычно не доверяют прогнозным оценкам предельных возможностей системы и цель гарантированно располагают внутри области достижимости. Бывает и так, что этот прием используется для оправдания невысокой эффективности функционирования системы. Удаление от границы зависит от заинтересованности и интуиции лица, принимающего решение, а также и от того, каким прогнозным оценкам развития исследуемой системы (оптимистическим, пессимистическим или наиболее вероятным) оно отдает предпочтение.

Процедура целеполагания привязана к началу или левому концу траектории развития системы (см. рис. 11.1). Однако при ее выполнении аналитик должен учитывать возможные варианты развития событий на правом ее конце. Речь идет об установлении факта достижения цели. Дело в том, что далеко не всегда точно выпол-

няются запланированные требования к конечному состоянию системы. Нередко из-за неверной идентификации текущего состояния системы и ошибок в выборе управляющих воздействий траектория системы не попадает в целевую область, а проходит вблизи от нее. Тогда требуется своевременно принять решение о прекращении выполнения задачи, поскольку в дальнейшем независимо от принимаемых управленческих воздействий система будет отдаляться от цели.

В первую очередь это важно для систем, для которых достижение конечной глобальной цели вытягивается в цепочку решения ряда последовательных задач. После выполнения очередной из них система перестраивается структурно или организационно, видоизменяется ее взаимодействие с внешней средой и для обеспечения последующего развития подключаются новые ресурсы. Если такую перестройку системы осуществить не вовремя, то в лучшем случае можно потерять темп решения проблемы, а в худшем — вообще загубить дело и разрушить систему. Именно таким образом решаются задачи в экономике, бизнесе, политике, военной и других областях деятельности, где существует иерархия в разрешении сложной структурированной проблемы.

Подводя итог, сформулируем правила, которыми желательно руководствоваться при выполнении процедуры целеполагания.

1. При назначении цели лучше ограничиться незначительным числом существенных требований к системе. Это позволит постоянно контролировать развитие системы и периодически корректировать ее фактическую траекторию с помощью управляющих воздействий, если она отклонилась от плановой.

2. Чем выше значимость факта достижения цели, тем меньше следует принимать в расчет оптимистические прогнозы траектории попадания системы в область достижимости.

3. При формулировании цели системы как последовательности частных задач большое внимание следует уделять своевременности принятия решения о достижении промежуточной цели и переходе к следующему этапу движения к глобальной цели. Задержка может привести к дополнительным ресурсным издержкам или поставить под сомнение успех предшествующих действий, а преждевременное решение не позволит воспользоваться плодами достигнутого.

11.3. Структурные цели

В предыдущем параграфе мы затронули вопрос иерархического построения глобальной цели исследуемой системы. Ввиду его важности для многих классов искусственных и социокультурных систем остановимся на нем несколько подробнее.

В отличие от технических систем, описываемых преимущественно замкнутыми моделями с заданными извне целями, в организационных, экономических, социологических и других системах с активными элементами, описываемых открытыми моделями, цели, как правило, формируются внутри системы. Первоначально цель рождается в сознании руководителя или иного лица, принимающего решения, как некоторая размытая область. Далее в процессе ее обсуждения с сотрудниками цель подвергается детализации и трансформируется в набор упорядоченных (или неупорядоченных) подцелей, который делает ее более конкретной и понятной для участников целеобразования. Таким образом, задача формулирования глобальной цели в сложных системах сводится к ее пошаговому структурированию, конкретизации и детализации. Структура коллективно формируемой цели помогает достичь одинакового понимания общей цели всеми участниками целеполагания.

Именно идея коллективного формирования стратегии развития компании заложена в основу интерактивного моделирования и синтеза модели желаемого будущего (*видения* компании), которая с помощью системы сбалансированных показателей может быть спроецирована в плоскость конкретных стратегических задач (подцелей), увязывая их с параметрами состояния компании и факторами, обеспечивающими достижение планируемых результатов. Система сбалансированных показателей включает четыре подсистемы — финансовую, клиентскую, внутренних бизнес-процессов, обучения и развития персонала, которые через набор взаимосвязанных показателей описывают стратегию компании, с одной стороны, и предоставляют менеджерам универсальный механизм для выработки и принятия управленческих решений — с другой.

На начальных этапах целеполагания глобальную цель системы предпочтительнее задать в виде сетевой или древовидной структуры. Сетевое представление последовательности подцелей требует хорошего знания исследуемой системы, специфики ее функционирования и технологии продуцирования конечных результатов. Иногда сетевая целевая структура может формироваться не сразу, а постепенно. По мере достижения одних подцелей формируются последующие, располагающиеся в направлении глобальной цели. Такое поэтапное целеполагание возможно тогда, когда руководитель не уверен в возможностях вверенного ему коллектива и вынужден каждый раз корректировать ближайшие цели с поправкой на мнения и возможности его членов.

Вместе с тем наибольшее распространение получили древовидные структуры представления глобальной цели системы. Построение дерева целей составляет одну из ключевых задач системного анализа. При этом необходимо следить, чтобы на каждом уровне

иерархии глобальной цели сохранялась ее целостность. Однако это не означает, что достижение некоторой цели вышестоящего уровня может быть полностью обеспечено достижением подчиненных ей подцелей. Цели системы, как и сама система, имеют свойство эмерджентности и представляют собой нечто большее, чем простая сумма подчиненных подцелей.

Любая промежуточная вершина дерева целей может рассматриваться с двух позиций: как цель для зависящих от нее вершин нижестоящего уровня и как средство достижения цели вершины вышестоящего уровня. В этой связи часто вершинам различных уровней присваивают различные названия, например, «цели», «задачи», «мероприятия», «проекты», или просто фиксируют «цели 1-го уровня», «цели 2-го уровня» и т.д. Для удобства анализа рекомендуется, чтобы разбиение каждой вершины на составляющие было соразмерным, признаки декомпозиции/структуризации в пределах одного уровня были едиными, элементы логически независимыми, а число элементарных целей, детализирующих цель вышестоящего уровня, и число уровней в иерархии — соизмеримыми с числом Колмогорова (7 ± 2).

Формирование древовидных целей может проводиться по принципу «сверху-вниз» (метод структуризации, декомпозиции, целевой подход), либо по принципу «снизу-вверх» (морфологический и тезаурусный подход, лингвистический метод, терминальный подход). На практике эти принципы нередко сочетаются.

По мере перехода с верхнего уровня на нижний происходит смещение в диапазоне определения цели (см. рис. 11.1) от цели-идеала к конкретным целям. На нижних уровнях иерархии цели могут приобретать вид ожидаемых результатов с указанием критериев их оценки, в то время как цели верхних уровней могут быть сформулированы в общих чертах без указания критериев. По этой причине целевые древовидные структуры могут характеризоваться слабой иерархией, т.е. содержать разрывы (нестрогую зависимость) между вершинами соседних уровней дерева.

Разумное следование перечисленным здесь рекомендациям может существенно облегчить процессы формирования древовидных целевых структур.

Резюме

Рассмотренная в настоящей главе проблематика целеобразования не оставляет никаких сомнений относительно многоликости и сложности этой процедуры системного анализа. Содержащиеся здесь общие принципы, закономерности и специфика целеобразования, а также некоторые рекомендации по формированию отдельных видов

целей составляют основу инструментария, призванного поддержать выполнение столь нетривиальной процедуры.

Контрольные вопросы

1. Как соотносятся понятия «цель» и «развитие» в системном анализе?
2. В чем заключается целеориентированное развитие системы?
3. Определите область значений цели системы.
4. Приведите примеры формулирования целей системы для пограничных случаев.
5. Дайте определение ценностно-ориентированной системы.
6. Может ли меняться цель развития системы с течением времени?
7. Дайте геометрическую интерпретацию требованиям к конечному состоянию и цели системы.
8. В чем заключается сущность задачи целеполагания с подвижным правым концом траектории?
9. Какие ограничения накладываются на формулировку цели системы в терминах ее параметров состояния?
10. Дайте определение области достижимости системы. Приведите примеры.
11. Что лежит в основе концепции рационального планирования развития системы?
12. Для каких задач системного анализа важен факт достижения цели? Как он устанавливается?
13. Сформулируйте правила, которые следует соблюдать при выполнении процедуры целеполагания. В чем заключаются особенности целеполагания в технических и экономических системах?
14. Что представляет собой система сбалансированных показателей? Для чего она используется?
15. Перечислите особенности формирования структуры глобальной цели системы. Какими требованиями следует руководствоваться при построении древовидной структуры глобальной цели?
16. Перечислите нисходящие и восходящие методы формирования дерева целей.
17. Как трансформируется смысловое содержание вершин древовидной целевой структуры при движении по ней в вертикальном направлении?

Темы рефератов и эссе

- Методики построения дерева целей.
- Государственные целевые программы.
- Ценностно-ориентированные системы.

Глава 12. Вскрытие системности

Одна из ключевых системных характеристик — наличие обратных связей. Приступая к исследованию проблемы, необходимо сформировать свое видение содержащей ее системы. Лучший способ сделать это заключается в фиксации причинно-следственных связей и установлении петель (контуров) обратной связи. Петли обратной связи позволяют проследить и понять, как одни элементы системы влияют на другие. В конечном итоге выстроится ряд замкнутых взаимодействующих контуров, или системных диаграмм, в которых будут воплощены самые важные взаимовлияния в системе. Увязывая их воедино и фиксируя все это на бумаге или в компьютере, мы получим не что иное, как причинно-следственную модель исследуемой системы, на которой можно будет исследовать возможные варианты решения проблемы. Как строить причинно-следственные модели, как проводить их анализ и что из этого можно получить, мы рассмотрим в этой главе.

12.1. Язык системных диаграмм

В своей основе построение системных диаграмм сводится к визуализации контуров обратной связи и отношений между образующими их элементами. Для этого используется ряд графических конструкций, или строительных блоков, в совокупности образующих некий *язык системных диаграмм*. Этот язык включает три типа элементов — уровень, поток и событие — и два типа отношений между ними — усиливающие и уравнивающие. Коротко остановимся на их смысловой интерпретации и графическом отображении.

Уровень. В системных диаграммах элемент «уровень» используется для фиксации количества накапливающегося вещества, энергии, информации или другой субстанции в определенных местах исследуемых контуров обратной связи. Примерами таких элементов могут служить количество денег на банковском счете, численность населения в стране, запасы рыбных ресурсов в водоеме и другие характеристики исследуемой системы. На системных диаграммах элемент «уровень» будем отображать прямоугольником с открытой правой стороной (рис. 12.1, а), что ассоциируется с открытым сосудом, уровень содержимого которого может изменяться: как увеличиваться, так и уменьшаться.

Поток. Элемент «поток» отображает изменение чего-либо во времени. Любая характеристика, которую мы можем интерпрети-

ровать как скорость, темп или производная (в математическом смысле) на системных диаграммах обозначаются потоками. Примерами потоков могут служить коэффициент рождаемости, скорость истощения природных ресурсов, денежные расходы и т.п. Таким образом, получается, что количество денег на банковском счете — это уровень, а расходы — это поток. Для отображения потоков в системных диаграммах будем использовать открытый с двух сторон прямоугольник (рис. 12.1, б).

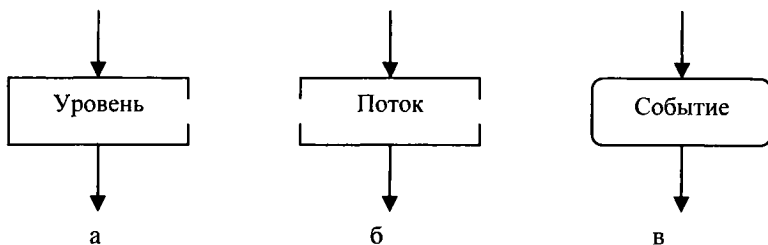


Рис. 12.1. Базовые конструкции системных диаграмм

В контурах обратной связи потоки и уровни могут быть связаны между собой и друг с другом. Если один уровень связан с другим, то они изменяются пропорционально и в одном направлении. Аналогично изменяются и потоки. Но если поток связан с уровнем, то пропорциональности изменения не наблюдается. Известно, что, даже уменьшая, поток все равно будет повышать уровень. Хорошей демонстрацией этого утверждения является наличие усиливающей связи между коэффициентом рождаемости (потоком) и численностью населения (уровнем).

В экономических системах элемент «поток» используется для отображения мест преобразования ресурсов, энергии, информации и знаний в потребительские стоимости (товары/услуги или другие ресурсы, предназначенные для дальнейшего производственного использования).

Событие. Для отображения характерных состояний исследуемой системы в контурах обратной, имеющих важное значение для понимания ее развития или функционирования, будем использовать элемент «событие». На системных диаграммах события будем изображать прямоугольниками с закругленными углами (рис. 12.1, в).

Связи между элементами в контуре обратной связи могут быть суммирующими или вычитающими, а сам контур может быть как усиливающим, так и уравнивающим. Считается, что один элемент оказывает усиливающее влияние на другой, если увеличе-

ние (уменьшение) первого ведет к большему увеличению (уменьшению) второго, чем в случае, если первый элемент оставался бы неизменным. В системных диаграммах усиливающее влияние отмечается знаком $\oplus$, который ставится на дуге, связывающей соседние элементы. В то же время один элемент оказывает уравнивающее влияние на другой, если увеличение (уменьшение) первого ведет к большему уменьшению (увеличению) второго, чем в случае, если первый элемент оставался бы неизменным. Уравнивающие связи в системных диаграммах отмечаются знаком $\ominus$.

Усиливающий контур будем отмечать значком $\odot$, а уравнивающий — значком $\odot$ в центре контура.

При построении системных диаграмм нужно внимательно следить за направлениями изменения элементов, опираясь на собственные знания и интуицию. Чтобы правильно увидеть влияние одного элемента на другой, нужно руководствоваться алгоритмом, приведенным на рис. 12.2. Такой прием, применяемый к каждой связи контура, в конечном итоге позволит выявить структуру внутренней динамики системы.

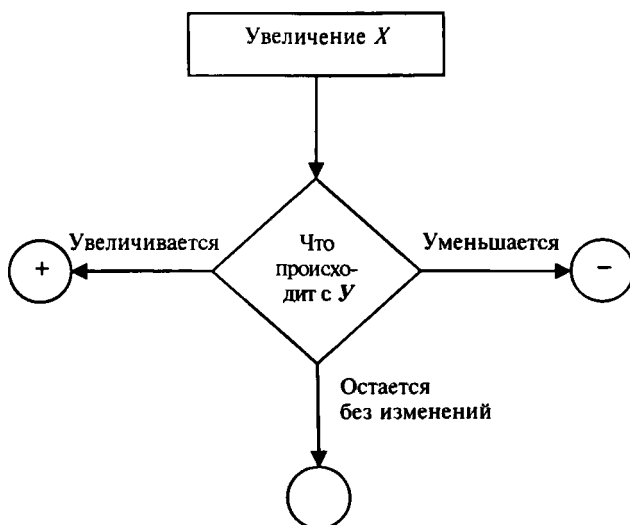


Рис. 12.2. Алгоритм определения характера связей

Для того чтобы понять ее поведение, потребуется детально исследовать все усиливающие и уравнивающие связи. При этом необходимо помнить, что одна и та же структура может порождать

разное поведение, а одинаковое поведение может возникать в разных структурах. Таким образом, системные диаграммы представляют собой упрощенные модели, которые не дают однозначных ответов на проблемные вопросы.

Завершая построение системной диаграммы, отметим связи, на которых возможны задержки времени. Для этого будем использовать значок . Наличие задержки означает, что в данном звене результаты на выходе появляются медленнее, чем в соседнем. Например, когда мы развиваем какой-то навык, то сначала ничего не получается, а через некоторое время происходит внезапный скачок, как будто удалось преодолеть некий порог и в один момент добиться значительных улучшений. Через некоторое время этот процесс замедляется, и последние шаги на пути достижения профессионального мастерства даются очень трудно. Поэтому только истинно целеустремленные натуры достигают высочайшего мастерства.

Задержка в контуре обратной связи обуславливают эффект последствия, когда результат совершенного действия ощущается еще какое-то время после того, как оно прекратилось. Если задержка в одном из элементов контура очень велика относительно скорости передачи системной субстанции в остальной части контура, давление в этом элементе будет нарастать, пока не достигнет порогового значения и не случится катастрофа.

12.2. Примеры системных диаграмм

Системные диаграммы, сколько бы сложными они ни казались, состоят всего из двух типов связей — усиливающих и уравнивающих. Соединяясь в разных комбинациях, они образуют самые разнообразные сюжеты. Однако чем больше системных диаграмм мы построим, тем скорее начнем различать похожие сюжеты при исследовании различных систем. Похожие сюжеты в системном анализе называют *системными архетипами*. Они описывают основные сочетания — шаблоны, или паттерны (шаблонные модели) событий.

Единичное событие может означать все что угодно. Если оно происходит еще один раз — это все еще может быть результатом случайного совпадения. Но если случается трехкратное повторение — это уже шаблонная модель. Другими словами, повторяющиеся события — явный признак того, что они появились в результате действия некоего предопределяющего их системного механизма. Если мы один раз не сумели сдать работу в срок, то это может быть случайностью или невезением. Но когда задержки происходят постоянно — это паттерн.

На уровне отдельного события способность повлиять на ситуацию будет невелика. Но если удалось разглядеть паттерн, появляется возможность обнаружить структуру внутренней динамики системы и найти решение существующей проблемы.

Рассмотрим теперь основные сюжетные линии, встречающиеся в системном анализе.

Пределы роста. В свое время каждому из нас приходилось попадать в ситуацию, когда сначала добивались прекрасных результатов, а некоторое время спустя все как будто упиралось в стенку. Мы начинали больше и упорнее работать, но получали далеко не пропорциональную отдачу. Под конец приходилось «бежать изо всех сил», чтобы оставаться на месте и не допустить снижения достигнутого уровня конечных результатов.

Эта структурная конфигурация известна как пределы роста (рис. 12.3). Вначале — чем больше усилий, тем лучше результат. Чем лучше результат, тем больше энтузиазм и наращивание усилий в избранном направлении. Но затем путь к развитию успеха прерывает некий барьер (ограничение), который проявляется тем сильнее, чем значительнее успех. А чем сильнее противодействует барьер, тем меньше эффективность первоначального действия.

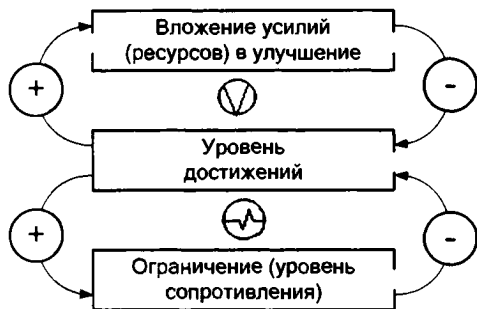


Рис. 12.3. Базовая шаблонная модель «пределы роста»

Бизнес дает множество примеров проявления этого механизма. Так, известно, что первая маркетинговая компания позволяет привлечь много новых клиентов, а каждая последующая компания будет давать все меньшую отдачу. Ограничителем в данном случае служит *насыщенность рынка*. Нередко случается, что очень успешная компания попадает в ситуацию, когда число заказов становится для нее чрезмерным. Стараясь удовлетворить все заказы, компания вынуждена снижать качество продукции. Это ведет к снижению уровня удовлетворенности клиентов, а за этим следует сниже-

ние объема заказов. В таком случае ограничителем служит предельная продуктивность компании. На макроэкономическом уровне предел экономического роста налагается природными ресурсами.

Таким образом, характерная шаблонная модель «пределы роста» проявляется и в большом и в малом, когда процесс развития наталкивается на уравнивающую обратную связь. Возникают вопросы: можно ли все-таки противостоять этому паттерну, а если можно, то как, в каких местах системной диаграммы и какие усилия надо приложить? Системный анализ дает утвердительный ответ на первый вопрос и указывает по крайней мере три точки эффективного воздействия на проявление шаблонной модели «пределы роста».

Прежде всего необходимо стремиться заблаговременно предвидеть пределы роста. Поэтому, пока успех дается еще легко, необходимо готовиться к торможению и встрече с пределом. В экономических и других системах, в которых активную роль играют люди, для обнаружения пределов роста достаточно найти ответы на следующие вопросы:

- с каким ограничением скорее всего столкнется исследуемая система;
- что можно сделать в период роста, чтобы обеспечить возможность преодоления неизбежного предела.

Тот период, когда система успешно развивается, — самое лучшее время для подготовки к встрече с будущими проблемами. Когда развитие замедляется, не нужно упорствовать: это знак того, что пора сменить стратегию. Переходить к новой стратегии надо до того, как это станет неизбежным. В момент, когда необходимость становится насущной, может оказаться, что уже поздно.

Вторую точку приложения усилий укажет ответ на вопрос, что именно ограничивает систему. Это позволит выявить ограничивающий контур в развитии системы и выработать решения для устранения или ослабления проявления существующего ограничения. При этом не надо пытаться форсировать факторы, действующие в усиливающем контуре. Стремление выжать все возможное из того, что еще недавно хорошо работало, не только бесперспективно, но и разрушительно. Системный анализ дает понять, что уравнивающая петля использует новые вложения в улучшение результатов для противодействия развитию системы. Она применяет эти вложения для приближения ее заката и гибели.

Вместе с тем применительно к бизнес-системам здесь возможна ловушка. Когда бизнес начинает скользить вниз, возникает искушение ограничить инвестиции в его развитие. Но вполне возможно, что вложения в переподготовку персонала, новое оборудование или ноу-хау могли бы устранить ограничения роста. Поэтому в таких системах окончательное решение о прекращении инвестиций

должно приниматься после тщательного анализа и просчета возможных вариантов.

Третьей точкой приложения усилий служат ментальные модели людей, играющих активную роль в исследуемой системе. Ментальные модели представляют собой глубоко укоренившиеся в нашем сознании идеи, верования, убеждения, способы восприятия и понимания окружающего мира, посредством которых мы направляем свои действия. Следовательно, решение проблемы в исследуемой системе не может не затрагивать ментальных моделей лиц, принимающих решения (ЛПР). Для того чтобы определить, в какой степени решения являются причиной неустойчивого роста системы, разумно провести интервьюирование ЛПР и наряду с другими задать следующие вопросы:

- всегда ли рост идет на пользу;
- какой результат ожидается от продолжения роста;
- существуют ли другие способы достижения ожидаемого результата;
- через какое время есть надежда получить ожидаемые результаты;
- всегда ли больше означает лучше;
- является ли устойчивый рост обязательной характеристикой системы.

Ответы на эти вопросы могут подсказать неожиданный путь ухода от проблемы роста.

Занимаясь системным анализом, необходимо помнить следующее: у всех систем есть точка оптимума, в которой они работают с наибольшей эффективностью. Дальнейший рост будет оплачиваться снижением эффективности. А бездумное вкладывание всех сил в обеспечение роста может привести к краху. Причина этому — перенапряжение отдельных частей системы. В отечественной истории экономического развития нетрудно найти подтверждения этому.

Личные финансы. Личные финансы не всегда поддаются контролю и содержимое кошелька иногда расходуется, как нам кажется, совершенно независимо от нашей воли. В этом случае, как правило, складывается следующий системный сюжет.

Человеку не хватает денег — он старается держать расходы под пристальным контролем. Через некоторое время его финансовое положение выравнивается и даже образуются некоторые накопления. Он начинает сорить деньгами и спустя некоторое время опять оказывается «на мели».

С системной позиции личные расходы — это уравнивающий контур, приводимый в действие разницей между желанием

достичь определенного уровня комфорта и качества жизни и удовлетворенностью действительным положением вещей (рис. 12.4, правая петля). Чем больше разница, тем сильнее искушение тратить деньги, чтобы ее уменьшить. Но у этого искушения есть предел — доступные средства из ваших доходов и накоплений. Чем больше мы тратим, тем меньше остается (левая уравнивающая петля на рис. 12.4).

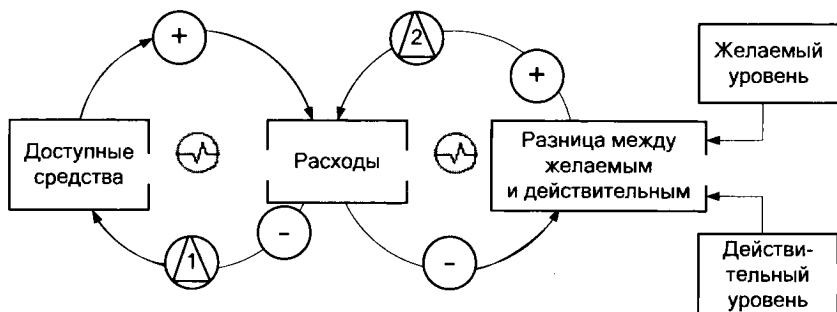


Рис. 12.4. Шаблонная модель «личные финансы»

Совместная работа двух уравнивающих петель, приведенных на рис. 12.4, заключается в следующем. Находясь на мели, мы сокращаем расходы. Через какое-то время $\triangle$ это приводит к тому, что у нас появляются деньги. Теперь все налаживается, начинает действовать вторая уравнивающая петля, и мы принимаемся расходовать деньги. При этом разница между желаемым и действительным уровнем жизни уменьшается, и со временем $\triangle$ это приведет к уменьшению расходов. Как только расходы уменьшатся, уменьшится действительный жизненный уровень и увеличится его разрыв с желаемым стандартом, что потребует очередного увеличения расходов. Хорошо, чтобы к тому времени накопился достаточный уровень в элементе «доступные средства». В противном случае придется залезать в долги.

Таким образом, искусство управления своими финансами сводится к нахождению равновесия между двумя контурами обратной связи. Когда это равновесие нарушается, приходится принимать корректирующие действия. В каждой петле существует своя наиболее эффективная точка приложения корректирующих усилий. В правой петле она находится в месте сравнения действительного и желаемого уровня жизни. Смирив стремление к более высокому уровню жизни, можно ослабить напряжение в системе. Это хороший пример того, как дрейф цели (желаемого уровня жизни) вниз

может сулить благо. Нужно настроить уравнивающую петлю обратной связи в правой диаграмме таким образом, чтобы обеспечить соответствие между доступными деньгами и желаемым уровнем жизни. Более того, достижение этого уровня можно грамотно распределить во времени, переместив на будущее дорогие составляющие жизненного уровня не первой необходимости.

В левой петле можно увеличить объем доступных средств. Для этого существует по крайней мере три варианта действий:

- 1) посягательство на собственные сбережения (если такие есть);
- 2) увеличение собственного дохода за счет новой (дополнительной) работы, игры на рынке ценных бумаг или другими способами;
- 3) получение банковского кредита или другого займа.

Несмотря на абсолютную доступность, каждый из вариантов имеет свою отрицательную сторону. Так, залезая в свои сбережения, мы делаем себя беззащитными в случаях, когда потребуются экстренные расходы. В поисках дополнительных источников дохода можно совершить противозаконные действия и лишиться многого, а то и всего. Наиболее привлекателен третий путь, но и он не без изъянов. На рис. 12.5 приведена шаблонная модель «кредитный заем».

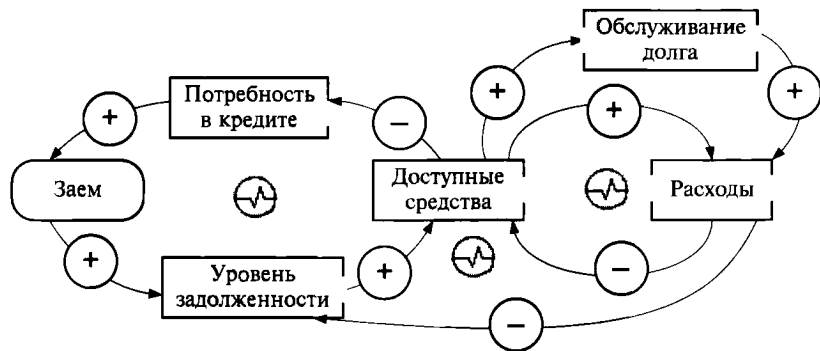


Рис. 12.5. Шаблонная модель «кредитный заем»

Как видно, она состоит из трех контуров. Первый контур, «расходы—доступные средства» является движущей силой всего паттерна. В случае недостатка средств для покрытия расходов инициируется контур кредитного займа (на диаграмме слева).

Суть следующая. Чем меньше доступных средств, тем выше потребность в кредите. Высокая потребность в кредите обуславливает большой объем займа. В свою очередь, большой кредитный заем значительно повышает уровень задолженности индивида (или хозяйст-

вующего субъекта). Однако это повышение увеличивает объем доступных средств, которые направляются на покрытие расходов. Образовавшийся долг надо обслуживать (правый внешний контур). Чем больше денег заимствовано, тем дороже обходится обслуживание долга, которое включает возврат установленной части одолженной суммы и оплату процентов. В любом случае, большой долг или нет, его обслуживание связано с дополнительными расходами. Хотя эти расходы ведут к уменьшению уровня задолженности, они тем не менее долгое время составляют дополнительное бремя для заемщика.

В конечном итоге придется вернуть кредит и оплатить проценты по нему за весь период пользования кредитными деньгами. Таким образом, кредит дает возможность сегодня потратить ваши будущие деньги и еще оплатить эту привилегию. То есть мы берем в долг у собственного будущего.

На глобальном уровне использование редких природных ресурсов для непрерывного повышения уровня жизни эквивалентно жизни в кредит с тем лишь отличием, что занимаем не у себя, а у наших детей и внуков, оставляя им сам долг и проценты по нему.

Латание дыр. Брать в долг, чтобы погасить более ранние долги, — это классический пример того, как попытка решить проблему дает лишь временные результаты, а проблема возвращается в том же или еще худшем виде. Проценты увеличивают сумму долга, и при отсутствии надежного источника его покрытия может возникнуть порочный круг, в котором заимствование для погашения долга ведет к его наращиванию. Наши краткосрочные решения не устраняют фундаментальную причину, а значит проблема остается и усугубляется.

Если казалось бы решенная проблема возвращается, это явный признак того, что вы стали жертвой системного архетипа, который возникает вследствие чрезмерной концентрации внимания на текущих проблемах. Оперативное решение «взять кредит для покрытия долга» полезно только как временная мера, дающая какой-то срок, чтобы разобраться в проблеме и решить по существу. Для этого нужно сделать по крайней мере два шага:

- признать, что краткосрочные решения в конечном итоге не работают;
- найти и устранить базовую проблему.

Нередко краткосрочные решения перерождаются в привычку, от которой очень трудно избавиться. На рис. 12.6 приведен паттерн «никотиновая зависимость». Из-за постоянных стрессов на работе человек нередко прибегает к курению как к облегчающему средству. Курение помогает расслабиться, иногда помогает концентрированию мысли, но, со временем, появляется никотиновая зависи-

мость и уже без сигареты человек не просто не может думать — он не может полноценно жить.

В этой системной диаграмме нижний уравнивающий контур пытается «решить» проблему, но усиливающиеся правая внутренняя и внешняя петли подрывают здоровье и врожденную способность к релаксации, что, в свою очередь, ведет к увеличению стрессового состояния.

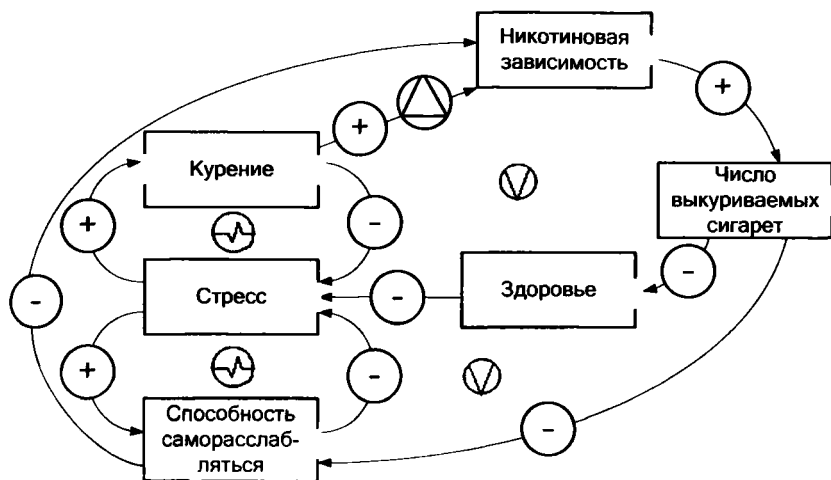


Рис. 12.6. Шаблонная модель «латание дыр» на примере «никотиновой зависимости»

Приведенная на рис. 12.6 системная диаграмма представляет собой архетип для всякого рода зависимости — достаточно в ней заменить слова «курение» и связанные с ним на другие, обозначающие пагубные привычки, например «брать в долг». Это означает, что можно впасть в зависимость от любой деятельности, если она используется для латания дыр.

Развивающиеся страны могут получать значительную помощь от международных фондов и развитых государств, что нередко становится причиной экономической, а иногда и политической зависимости. Бизнес может впасть в зависимость от внешних консультантов, прибегая к их помощи при малейших отклонениях от штатного режима функционирования. Компания может стать заложником «пожарного» стиля руководства, поощряя авралы и трудовой героизм и не отдавая себе отчета в том, что таким образом стимулируются кризисы.

Возникает резонный вопрос: как вырваться из порочного круга? Во-первых, полезным может оказаться любой способ, который

помогает ослабить исходный уравнивающий контур, связанный с краткосрочным выходом из положения. Во-вторых, полезны любые методы и средства, способные усилить второй уравнивающий контур и тем самым позволить принципиально разрешить ситуацию. В-третьих, необходимо всякими доступными методами бороться с «никотиновой зависимостью» (третий и четвертый усиливающие контуры).

Эскалация. Иногда приходится попадать в ситуацию, когда ощущается угроза, «загнанность в угол», из которого не выбраться без ущерба для репутации. В то же время невозможно не продолжать игру, потому что ставки слишком высоки. Таков сюжет гонки вооружений, холодной войны и войны цен.

Так, в войне цен одна компания начинает снижать цены на свой товар. Другая компания, производящая аналогичный товар, понимает, что может лишиться доли рынка, и тоже снижает цены. Первая компания еще ниже опускает ценовую планку. Другой компании не остается ничего другого, как последовать ее примеру (рис. 12.7). В результате обе компании могут понести крупные убытки. Но по ходу развития событий ни одна из них не может отступить, потому что вторая перехватит клиентов. Обе стороны действуют в ответ на угрозу и ведут себя одинаково. В этой системе два уравнивающих контура создают ситуацию обостряющегося конфликта.

В подобных обстоятельствах существуют три точки эффективного приложения усилий.

Во-первых, можно попытаться повлиять на ментальные модели участников конфликта. Поскольку обе стороны полагают, что сражаются за ограниченный ресурс и каждая из них может приобрести только то, что потеряет другая, такая ситуация возникает при одинаковой ментальности сторон. Каждая рассматривает себя как обороняющуюся, а в другой видит агрессора. Но стоит поменять свою точку зрения хотя бы одной стороне — и пагубная система разрушится.

Во-вторых, следует детально разобраться в природе сравнения, осуществляемого в центральном элементе системной диаграммы. Действительно ли обе стороны сравнивают одно и то же и нет ли возможности по-другому, менее жестко определить содержание этого сравнения?

В-третьих, есть возможность подняться на более высокий уровень и задаться вопросом, какая глобальная цель могла бы включать стремления обеих сторон. Если ответ на этот вопрос существует, то можно найти способ удовлетворения нужд обеих сторон на более высоком уровне, следуя принципу «и волки сыты, и овцы целы».

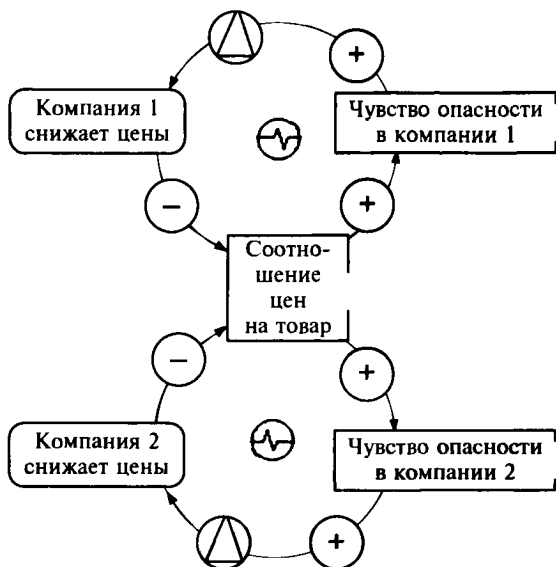


Рис. 12.7. Шаблонная модель «эскалация»

Монополия. Эскалация — это одна из реакций на конкуренцию. Другая заключается в медленном и кажущемся неизбежным изменении положения в пользу какой-либо из конкурирующих сторон. Представим себе на рынке две публичные (открытые) компании, привлекающие инвестиции для своего развития. Одна компания начинает с небольшим преимуществом и добивается значительного успеха. Он обусловлен тем, что все большее число людей, фондов и фирм инвестируют в эту компанию. А чем больше вкладчиков, тем больше желающих к ним присоединиться. В результате складывается сюжет «везучим везет» или «успех к успеху» (рис. 12.8). В данном случае более успешной является компания А.

Для шаблонной модели «монополия» предполагается наличие конкурентной среды. Как и в случае шаблонной модели «эскалация», здесь предполагается, что ресурсы ограничены и выигрыш одной стороны влечет за собой такой же проигрыш другой стороны.

Это очень расточительный подход. Существует явный смысл формирования таких ценностей и среды развития бизнеса, чтобы все могли вносить вклад в достижение высших целей. В этом случае возникают следующие вопросы:

- действительно ли нельзя обойтись без конкуренции;
- какова та главная цель, к которой стремятся обе стороны;

- за какие именно ограниченные ресурсы идет борьба;
- существует ли поле для сотрудничества обеих сторон.

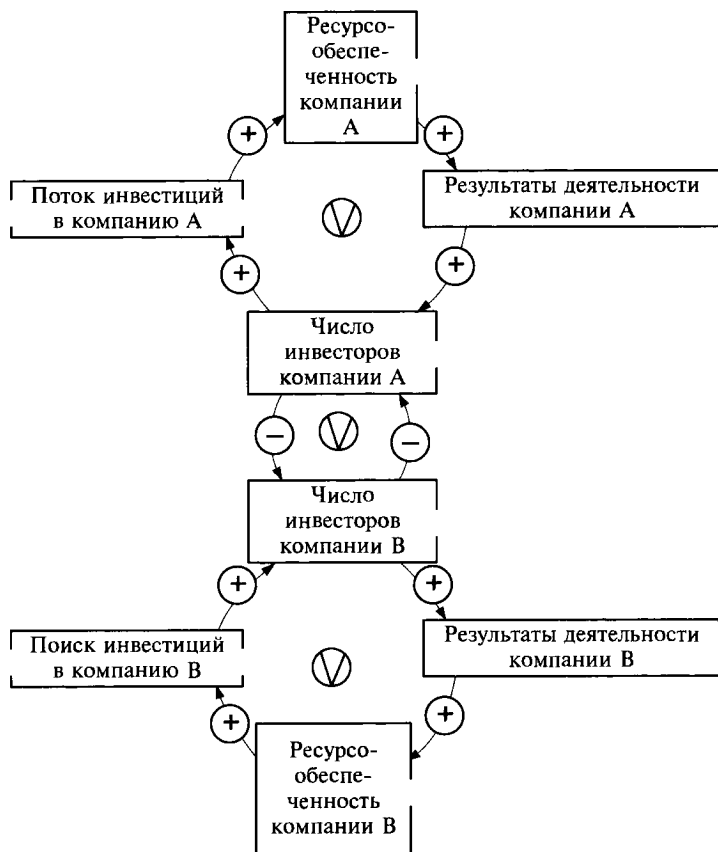


Рис. 12.8. Шаблонная модель «монополия»

Возникновение паттерна «монополия» в поведении систем в решающей мере определяется тем, что ресурсы, необходимые для достижения успеха, еще используются как средство вознаграждения за достигнутый успех. Победителей поощряют средствами, необходимыми для следующих побед. Этот системный архетип особенно несправедлив еще и потому, что он кроме поощрения победителей еще наказывает проигравших. Когда общество распределяет блага в соответствии с этой логикой, то результатом являются

унижение, несправедливость и гнев. Если довести логику этого архетипа до предела, то это может вызвать протест с далеко идущими социальными последствиями.

12.3. Техника построения системных диаграмм

Приступая к построению системной диаграммы, необходимо ясно себе представлять, с какой целью это делается. Нужно ли решить деловую проблему, или снять напряженность, или найти пути расширения своего бизнеса — всегда требуется четкая формулировка цели, чтобы установить разумные границы подлежащей исследованию системы.

Как только определены границы системы, аналитик определяет ее состав. Из всех возможных деталей и нюансов он отбирает лишь те, что считает важными для решения проблемы. Например, если директор универсама, расположенного на главной улице города, захочет получить системное представление о своем бизнесе, то в перечень важных характеристик несомненно войдут:

- местоположение;
- качество персонала;
- оформление витрин;
- товарные запасы;
- торговые площади;
- цены;
- услуги;
- условия парковки;
- внутренняя планировка;
- ближайшие конкуренты.

Далее этот общий перечень дополняется деталями, набор которых очень сильно зависит от того, что требуется понять в системе. Очерчивается проблема, определяется набор факторов, важных в контексте данной проблемы, и уточняются границы системы. И тут очень важно найти золотую середину: не включать в исследуемую систему элементы из внешнего окружения, надсистем и подсистем. Тем не менее элементов должно быть достаточно для построения связанных и логически стройных системных диаграмм.

Очень важно правильно определить временной горизонт, на котором будет исследоваться поведение системы. Он должен быть не меньше, чем время, необходимое для полного проявления интересующих особенностей системы. Например, на изменение организационной культуры в компании уйдут годы, а для преобразования одного из ее отделов достаточно нескольких недель.

При построении системных диаграмм неважно, с чего именно начать. Поскольку мы строим замкнутые контуры, то стартовая точка не имеет никакого значения. Все равно потребуется пройти весь контур обратной связи. Поэтому не следует опасаться, что начнем не с того места.

Затем среди выделенных элементов и событий очень важно построить шаблонные модели и закономерности поведения. В них содержится ключ к пониманию системы. Их наличие — явный признак того, что они появились в результате действия некоего предопределяющего их системного механизма.

Далее мы осуществляем «пунктуацию» замкнутых контуров:

- устанавливаем характер отношений между соседними элементами и помечаем значками  и  усиливающие и уравнивающие связи;
- определяем дуги, на которых возможны временные задержки, и отмечаем их значком ;
- проверяем логику и устанавливаем характер всего контура, отмечая его значком , если контур усиливающий, и значком , если контур уравнивающий.

При установлении характера отношений необходимо помнить, что усиливающие и уравнивающие связи бывают двух родов: пропорциональные и суммирующие. Если рост одного элемента ведет к пропорциональному росту другого или уменьшение одного сопровождается пропорциональным уменьшением другого, то мы имеем дело с *пропорциональной усиливающей связью*. Если изменение одного элемента ведет к изменению другого в противоположном направлении (увеличивается или уменьшается один, в ответ уменьшается или увеличивается другой), то мы имеем дело с *пропорциональной уравнивающей связью*. Если изменение одного элемента просто добавляется к другому или в любом случае увеличивает его (например, коэффициент рождаемости может уменьшаться, но численность населения все равно будет расти), то мы имеем дело с *суммирующей усиливающей связью*. Если один элемент всегда приводит к уменьшению другого, т.е. вычитается из него (например, объем рыбных ресурсов и квота вылова рыбы), то существует *суммирующая уравнивающая связь*.

При определении характера всего контура обратной связи необходимо руководствоваться следующим правилом: если общее число отрицательных (уравнивающих) связей четное, — кон-

тур усиливающий, включая и тот случай, когда отрицательных связей нет совсем. Если же общее число отрицательных связей нечетное, то контур обратной связи уравнивающий. Справедливость этого правила основывается на том, что две отрицательные связи взаимно гасят друг друга, образуя эквивалент усиливающей связи. Например, фрагмент контура «чем больше число выкуренных сигарет → тем меньше способность к саморасслаблению → тем больше никотиновая зависимость» на рис. 12.6 равносителен усиливающей связи «чем больше число выкуриваемых сигарет → тем больше никотиновая зависимость».

Рассмотренные здесь пять архетипов далеко не исчерпывают всего множества сюжетов из жизни реальных систем. Необходимо помнить, что графическое отображение системных сюжетов — это только визуализация нашего личного опыта, отражающая главные моменты исследуемой проблемы. Такой подход помогает «обнажить» реальную структуру интуитивных представлений и создает условия для творческого подхода к решению проблемы.

Резюме

Построение системных диаграмм равносильно «препарированию» системы в целях установления ее системности. В этой главе приведена техника анализа, которая применяется при исследовании социально-экономических систем. Она включает построение контуров обратной связи посредством генерирования цепочек причинно-следственных событий, потоков, процессов и уровней с последующим их замыканием в контуры и увязкой последних в единую модель. Следующая за этим «пунктуация» контуров позволяет установить характер связей, задержек и взаимовлияний, обнажить структуру внутренней динамики системы и то, как функционирует система. Если эта процедура будет выполнена успешно, она может привести непосредственно к решению проблемы — определению характера и места приложения усилий, корректирующих поведение системы.

Контрольные вопросы

1. Что представляют собой системные диаграммы?
2. Дайте смысловую интерпретацию элемента «уровень». Приведите примеры.
3. Дайте смысловую интерпретацию элемента «поток». Приведите примеры.
4. Проанализируйте возможные варианты взаимосвязи элементов «уровень» и «поток».

5. Дайте смысловую интерпретацию элемента «событие». Приведите приметы.
6. Какие виды связей используются в системных диаграммах? Как в системных диаграммах обозначается усиливающая обратная связь? уравнивающая обратная связь? усиливающий контур обратной связи? уравнивающий контур обратной связи?
7. Приведите алгоритм (правило) определения характера обратной связи.
8. Приведите примеры системных катастроф, вызванных задержками в контурах обратной связи.
9. Приведите системную диаграмму шаблонной модели «пределы роста». Дайте ей смысловую интерпретацию. Приведите примеры.
10. Как можно бороться с проявлением шаблонной модели «пределы роста»?
11. Приведите системную диаграмму шаблонной модели «личные финансы». Дайте ей смысловую интерпретацию.
12. Укажите точки приложения корректирующей усилий для шаблонной модели «личные финансы». Дайте характеристику этим усилиям.
13. Приведите системную диаграмму шаблонной модели «кредитный заем». Дайте ей смысловую интерпретацию.
14. Соедините в одной системной диаграмме модели «личные финансы» и «кредитный заем» и на этой основе попробуйте развить фабулу системного сюжета.
15. Приведите системную диаграмму шаблонной модели «эскалация». Дайте ей смысловую интерпретацию. Как бороться с проявлением шаблонной модели «эскалация»?
16. Приведите системную диаграмму шаблонной модели «монополия». Дайте ей смысловую интерпретацию.
17. Конкуренция — это благо или зло? Аргументируйте свою позицию.
18. Чем необходимо руководствоваться при определении границ исследуемой системы?
19. Как определить горизонт системного исследования?
20. Имеет ли значение начальная точка исследования при построении системной диаграммы?
21. Перечислите правила «пунктуации» контуров обратной связи.
22. Как определить характер всего контура обратной связи?

Темы рефератов и эссе

- Холодная война: сюжет развития и развязка.
- Системная модель процесса похудения.
- Есть ли альтернатива конкуренции?

глава 13. Декомпозиция

Мы уже рассматривали вопрос о соотношении анализа и синтеза в человеческом познании. Их единство помогает понимать и исследовать окружающий мир. В последующих двух главах обратим внимание на практическую сторону этого единства и рассмотрим, как выполняются операции разделения целого на части и объединения частей в целое. В этой главе остановимся на вопросах декомпозиции, или последовательной детализации исследуемых систем.

13.1. Единство и обособленность анализа и синтеза в системных исследованиях

Аналитический подход, изначально органически присущий человеческому мышлению, сформировался как самостоятельный способ познания в XVII в. Его сущность очень точно сформулирован Декарт: «Расчлените каждую задачу на столько частей, сколько потребуется, что бы их было легко решить». Значение аналитического подхода состоит не только (и не столько) в том, что сложное целое расчленяется на все менее сложные и простые части, а в том, что, будучи соединены надлежащим образом, эти части снова образуют единое целое. Таким образом, агрегирование частей в целое является конечным этапом анализа, поскольку лишь только после этого мы сможем объяснить целое через его части. Это означает, что уже в самом аналитическом подходе заложено сочетание анализа и синтеза.

Однако необходимо помнить, что при анализе нарушается целостность системы. При расчленении утрачиваются не только существенные свойства системы (разобранный автомобиль не поедет, расчлененный организм не может жить, лишенное управленческих связей предприятие ожидает банкротство), но и исчезают существенные свойства ее частей (оторванный руль — не рулит, сорванный плод не растет, выделенный из предприятия отдел сбыта не имеет перспектив самостоятельного развития). Поэтому результатом анализа является лишь вскрытие структуры, знание о том, как система работает, но непонимание того, почему и зачем она это делает.

В отличие от аналитического подхода синтетический преследует цель объяснить поведение системы. На первом шаге его реализации подлежащая объяснению система (явление, процесс) рассматривается как часть некоторого большого целого. На втором шаге объясняется содержащее систему целое. На третьем шаге понимание содержащего исследуемую вещь целого дезагрегируется

для объяснения частей. Это достигается путем вскрытия ролей или функций частей в целом.

Таким образом, в рамках синтетического подхода исследуется не структура, а функция системы; его результаты должны ответить на вопрос, *почему* система работает так, а не иначе, без акцента на то, *как* она делает это.

Таким образом, не только аналитический подход невозможен без синтеза — на последнем этапе части агрегируются в структуру, но и синтетический подход невозможен без анализа — необходима дезагрегация целого для объяснения функций частей. Нетрудно догадаться, что для реализации анализ и синтез представляют собой непростые совокупности взаимосвязанных процедур, основные среди них — *декомпозиции и агрегирования*.

13.2. Техника декомпозиции

Декомпозиция — это разделение целого на части. Задача распадается на подзадачи, система на подсистемы, цели на подцели и т.д. При необходимости этот процесс продолжается, что приводит к иерархическим древовидным структурам (приложение А).

Операцию декомпозиции обычно выполняет системный аналитик. Разные аналитики построят разные древовидные структуры при анализе одного и того же объекта. Качество декомпозиции зависит от компетентности аналитика в данной предметной области и от совершенства применяемой методики.

Обычно аналитик легко разделяет целое на части, но испытывает затруднение, если требуется доказать *полноту* и *безызыточность* предполагаемого набора частей. Для решения этих и других задач ученые стремятся придать процессу декомпозиции алгоритмический характер. Для этого требуется объяснить, почему разделение целого на части надо проводить так, а не иначе, и почему надо делить именно на столько, а не на большее или меньшее число частей.

Объяснение состоит в том, что основанием всякой декомпозиции является *модель рассматриваемой системы*. Тогда операция декомпозиции может быть представлена как сопоставление объекта анализа с некоторой моделью и выделение в нем того, что соответствует элементам взятой модели. Поэтому на вопрос, сколько частей должно получиться в результате декомпозиции, можно дать следующий ответ: столько, сколько элементов содержит модель, взятая в качестве основания декомпозиции.

Далее возникает вопрос: какую именно модель рассматриваемой системы следует брать в качестве основания декомпозиции? Ответ на этот вопрос следует искать в целенаправленности прово-

димого анализа. Поскольку всякий анализ преследует какую-то цель, эта цель должна определять то, какую модель следует использовать для качественной декомпозиции системы. Иногда в качестве оснований декомпозиции полезно перебирать разные модели исследуемой системы.

Как известно, при всем практически необозримом многообразии моделей исследуемых систем мы выделили по три типа формализованных моделей в статическом и динамическом вариантах: «черного ящика», состава и структурную. Это позволяет довольно просто решить первую половину задачи выбора модели-основания для декомпозиции системы, заключающуюся в определении ее типа и формировании так называемой *формальной модели*.

Далее, для решения второй половины задачи, формальную модель следует наполнить содержанием, чтобы она стала основанием для декомпозиции. Не трудно догадаться, что полнота декомпозиции обеспечивается полнотой модели-основания, а это означает, что прежде всего следует позаботиться о полноте формальной модели. Поэтому одна из задач информационного обеспечения системного анализа состоит в накоплении наборов полных формальных моделей, которые в системах с искусственным, а теперь и с «естественным» интеллектом носят названия *фреймов*. Например, фрейм любой организационной системы включает четыре элемента и столько же входов — входы от вышестоящих систем, входы от нижестоящих систем, входы от непосредственного окружения системы и входы, связанные с собственными интересами исследуемой системы (рис. 13.1).

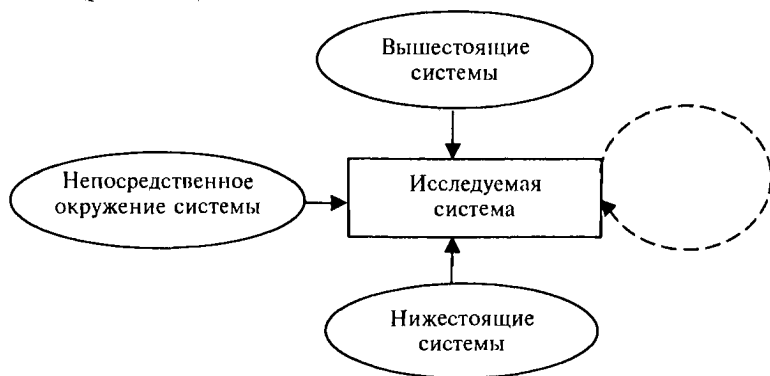


Рис 13.1. Формальная модель организационной системы

Формальная модель любой деятельности человека (по Марксу) включает субъект труда, объект труда, средства труда и всевозможные связи между ними и окружающей средой (рис. 13.2).

Приведенные формальные модели являются полными. В любую из них нечего добавить (перечислено все, что воздействует на систему) и нечего убавить — изъятие любого элемента лишит систему полноты.

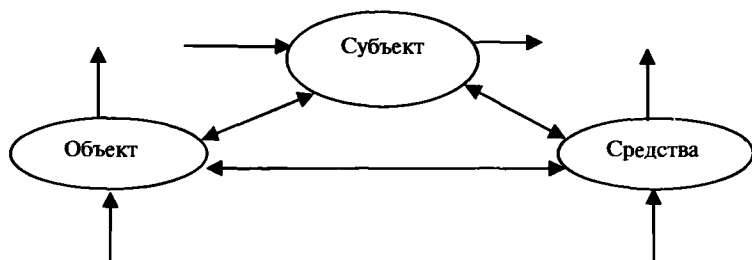


Рис. 13.2. Формальная модель целенаправленной человеческой деятельности

Полнота формальной модели является необходимым, но не достаточным условием для полноты декомпозиции системы. В конечном итоге все зависит от полноты содержательной модели, которая строится по образу формальной модели, но не тождественна ей. Формальная модель лишь привлекает внимание аналитика к необходимости рассмотреть, что именно в реальной системе соответствует каждому из составляющих формальную модель элементов, а также решить, какие из этих элементов должны быть включены в содержательную модель. Это очень ответственный момент. Ведь то, что не попадает в содержательную модель, не появится в дальнейшем анализе.

Существует несколько приемов, помогающих повысить полноту содержательных моделей. Наиболее распространенный из них заключается в логическом замыкании перечня элементов содержательной модели компонентом «все остальное». Этот компонент, как правило, является «молчащим», поскольку к нему отнесено все, что кажется несущественным. Его наличие постоянно напоминает аналитику, что возможно он не учел что-то важное.

Другой прием заключается в проведении встречного синтеза другим аналитиком, не участвовавшим в декомпозиции. Если его результат совпадает с исходной системой, то декомпозиция признается полной. В противном случае результаты последней итера-

ции декомпозиции уточняются, дополняются и подвергаются новому встречному синтезу.

В процессе декомпозиции система, подверженная этой процедуре, сопоставляется с каждым элементом модели-основания и на этой основе выделяются части реальной системы. Поэтому на вопрос, сколько частей получится в результате декомпозиции, имеется готовый ответ: столько, сколько элементов содержит модель, взятая в качестве основания. Следовательно, вопрос детальности декомпозиции системы — это вопрос детальности модели-основания.

Например, модель жизненного цикла любой системы включает три обязательных элемента (этапа): начало, развитие и конец. С помощью такой модели-основания шахматную партию разбивают на дебют, миттельшпиль и эндшпиль, жизнь системы — на зарождение, развитие и гибель, а жизнь человека — на молодость, зрелость и старость. Однако в качестве основания может быть взята и более детальная модель, позволяющая, например, в жизни человека различать периоды детства, отрочества, юности, ранней зрелости, поздней старости. Аналогичное разбиение на этапы может быть результатом декомпозиции жизненного цикла любой другой системы.

13.3. Алгоритмизация процесса декомпозиции

Как мы уже подчеркивали, результат декомпозиции исследуемого объекта, процесса или явления — некая древовидная структура. К этой структуре предъявляются два противоречивых требования — полноты и простоты.

Простота требует сокращать размеры дерева. Поскольку размеры «вширь» определяются числом элементов модели, служащей основанием декомпозиции, то требование простоты вынуждает брать как можно более компактные модели-основания. Напротив, требование *полноты* подталкивает системного аналитика к выбору как можно более детальной модели основания, которая позволяла бы выявлять и фиксировать малейшие нюансы исследуемой системы в ее содержательной модели. Таким образом, требование полноты заставляет брать как можно более детальные модели.

Компромисс между простотой и полнотой формальной модели следует искать исходя из главной цели анализа системы: свести сложный объект к конечной совокупности простых подобъектов, обозримых для эксперта, обнажающих существующую проблему и указывающих возможные пути ее решения. Он достигается с помощью понятия «*существенность*». Последнее заключается в том, что в модель-основание включаются только компоненты, существенные по отношению к цели анализа (*релевантные* целям). По-

скольку это понятие не формальное, то решение вопроса о том, что же является в данной модели существенным, а что — нет, возлагается на системного аналитика.

При декомпозиции, руководствуясь тем же требованием простоты, рекомендуется строить «невысокие» деревья, т.е. необходимо стремиться, чтобы число уровней декомпозиции было небольшим. Но, с другой стороны, требование полноты призывает продолжать декомпозицию до тех пор, пока не будет принято специальное решение о ее прекращении по данной ветви. Такое решение принимается в следующих случаях:

1) декомпозиция привела к получению результата, не требующего дальнейшего разложения, т.е. результата простого, понятного и реализуемого (его называют элементарным);

2) декомпозиция не устраняет сложности некоторого фрагмента исследуемого объекта и причиной этой сложности является некомпетентность аналитика в данной предметной области.

Случай, когда декомпозиция заканчивается элементарными фрагментами на всех ветвях дерева, является простейшим. В действительно сложных случаях получение вполне завершенной декомпозиции должно не только радовать, но и настораживать: не связана ли кажущаяся простота с пропуском ветви дерева.

Невозможность доведения декомпозиции до элементарного фрагмента не следует расценивать как отрицательный результат. Хотя при этом сложность не ликвидируется полностью, ее сфера сужается и локализуется. Знать, чего именно мы не знаем, не менее важно, чем само позитивное знание.

Таким образом, декомпозиция не дает новых знаний. Она лишь «вытягивает» знания из экспертов и структурирует их, обнажая имеющиеся незнания в этой структуре.

Алгоритм декомпозиции приведен на рис 13.3. Коротко остановимся на смысловом содержании его ключевых блоков.

В блоке 2 определяется объект анализа. Им может быть все что угодно — система, явление, процесс, взаимодействие и т.д., раскрытие смысла которого требует структурирования. От правильности выбора объекта анализа зависит, действительно ли мы будем делать то, что нужно. Как правило, объектом анализа служит содержащая проблему система.

Далее (блок 3) определяется цель анализа и обосновывается необходимость того, что предполагается делать. Цель анализа, как правило, формирует заказчик. Часто она автоматически следует из логики функционирования системы, в интересах которой осуществляется анализ.

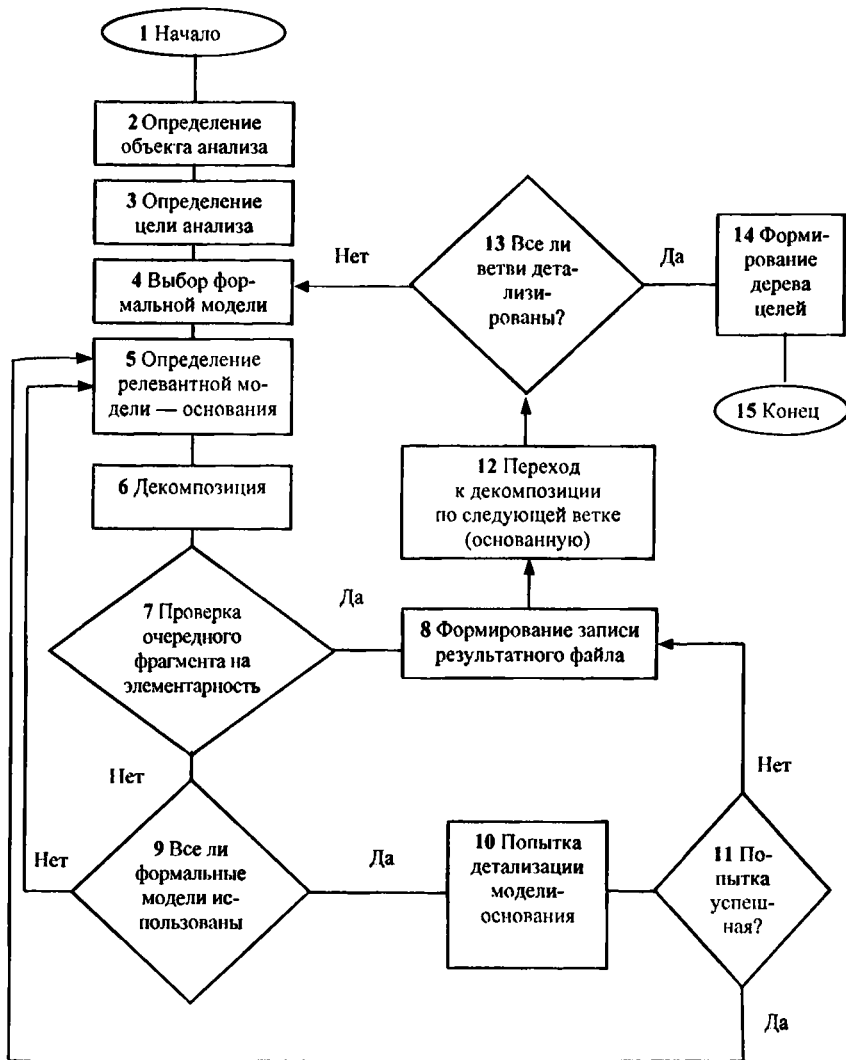


Рис 13.3. Алгоритм декомпозиции

Блок 4 заключается в выборе из базы фреймовых моделей той, которая станет основанием для осуществления процедуры декомпозиции на последующем этапе. Он реализуется в соответствии с известными правилами перебора фреймов либо посредством ком-

пьютерного запроса к аналитику самому определить формальную модель, которая станет прообразом для формирования модели-основания на очередной итерации алгоритма декомпозиции.

Содержательная модель, по которой будет проведена декомпозиция, строится (блок 5) на основании изучения целевой системы. Хорошую помощь в этом оказывают различные справочники и классификаторы.

Блоки 6—11 описывают итерационный процесс декомпозиции. Неэлементарный фрагмент подлежит дальнейшей декомпозиции по другой, не использованной ранее модели — основанию (блоки 7, 9 и 5).

Если аналитик перебрал все фреймы и не достиг элементарности на какой-то ветке дерева («Да» в блоке 9), то модель-основание детализируется введением новых элементов (блоки 10, 11, 5) и процесс декомпозиции продолжается до получения элементарных фрагментов. Поскольку новые существенные элементы могут быть получены расщеплением уже имеющихся, в алгоритме декомпозиции должна быть заложена возможность возврата к использованным ранее моделям-основаниям. При этом нет необходимости рассматривать заново все элементы модели, так как обрабатываемый фрагмент находится на ветви, соответствующей только одному элементу каждого состояния. Тогда следует рассмотреть возможность расщепления именно данного элемента. На этой же стадии можно рекомендовать эксперту выделить из всего остального и включить в число существенных еще один элемент. Пройдя, таким образом, всю предысторию неэлементарности фрагмента, получаем новые модели-основания для его декомпозиции.

Если и этот прием не приведет к элементарности анализируемого фрагмента, то эксперт должен признать, что его компетентности недостаточно для анализа данного фрагмента, и оставить этот фрагмент недетализированным. Позже он сможет обратиться к эксперту более высокой квалификации и совместными усилиями решить возникшую задачу. По существу, такая сложность связана с неинформированностью аналитика и может быть разрешена с помощью информации и знаний, рассредоточенных по другим специалистам.

Как только будет закончена декомпозиция по одной ветви дерева, выделен элементарный фрагмент или признана собственная несостоятельность в данном вопросе, а также сформирована запись результатного файла (блок 8), можно перейти к декомпозиции по другим ветвям (основаниям) дерева (блоки 12, 13, 4). Алгоритм заканчивается, когда по всем моделям-основаниям будут получены окончательные результаты в виде элементарных либо неэлементарных фрагментов.

В данном алгоритме не просматривается порядок перебора моделей-оснований детализации и, следовательно, остается неизвестной очередность детализации исходной проблемы по ветвям дерева. В принципе эта задача может быть решена методом простого перебора ветвей «слева направо», «справа налево» или некоторым комбинированным способом. Не вдаваясь в детали, оставим ее для самостоятельного решения.

Окончательный результат (блок 14) оформляется в виде дерева. Конечными фрагментами ветвей дерева будут либо элементарные задачи, либо сложные, не поддающиеся дальнейшему разложению. Причины сложности могут заключаться либо в ограниченности знаний аналитиков, либо в том, что нужные знания не объединены в объясняющие модели (в непонимании), либо в принципиальном отсутствии нужных знаний.

Резюме

В этой главе была предпринята попытка перенести общепонятные идеи анализа в практическую область и предоставить в распоряжение системного аналитика некие инструменты и рекомендации, поддерживающие их реализацию. В первую очередь это относится к методикам и алгоритмам процедуры декомпозиции, предшествующей всякому анализу. К сожалению, строго формализованные алгоритмы выполнения этой процедуры отсутствуют, но успехи в алгоритмизации декомпозиции позволяют надеяться на успешное завершение исследований в данном направлении.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается основная задача аналитического исследования системы?
2. Как связаны между собой понятия «анализ» и «декомпозиция», «синтез» и «агрегирование»?
3. От чего зависит качество декомпозиции системы? Какие основные задачи необходимо решить для придания процессу декомпозиции алгоритмического характера?
4. Как выбирают модель-основание для проведения декомпозиции исследуемой системы?
5. Что представляет собой формальная модель декомпозиции системы? Приведите примеры моделей, используемых в системных исследованиях экономики.
6. Что является необходимым условием полноты декомпозиции системы? достаточным условием? Приведите наиболее распро-

страненные приемы обеспечения полноты содержательных моделей декомпозиции.

7. Что является результатом декомпозиции и какие требования к нему предъявляются?
8. Как найти компромисс между полнотой и простотой формальной модели, служащей основанием декомпозиции?
9. Как связаны между собой понятия «существенность» и «релевантность»?
10. Когда завершается процесс декомпозиции? Кто принимает решение о завершении?
11. Что является объектом анализа? Как определяется его цель? Приведите примеры.
12. Для чего предусмотрено обращение к системному аналитику в алгоритме декомпозиции?
13. Перечислите и проинтерпретируйте основные причины неэлементарности отдельных фрагментов результата декомпозиции.

Темы рефератов и эссе

- Теория фреймов.
- Система сбалансированных показателей: концепция и принципы построения.
- Методы и средства формирования дерева целей.

Глава 14. Агрегирование

Операцией, противоположной декомпозиции, является агрегирование — объединение нескольких элементов в единое целое, или агрегат. В системном анализе агрегат — это не что иное, как система, внешне и внутренне целостная. Внешняя целостность заключается в обособленности системы в пространстве и хорошо отображается моделью «черного ящика». Внутренняя целостность связана со структурой системы и наиболее ярко проявляется в том, что свойства системы не являются простой суммой свойств ее составных частей, а представляют собой нечто большее: система имеет такие свойства, которых нет ни у одной из ее частей, взятых в отдельности. Другими словами, при агрегировании возникает нечто качественно новое, чего не было и не могло быть до этого. В этой главе остановимся на способах и особенностях реализации процедуры агрегирования, а также других интеграционных процедурах, объединенных в научной литературе под общим понятием «агрегирование».

14.1. Агрегирование и эмерджентность

Эмерджентность ассоциируется с появлением у системы новых свойств, которые никаким логическим образом нельзя вывести из свойств образующих ее элементов. Другими словами, эмерджентность — это нечто новое, которого нет и не может быть внутри исследуемой системы. Собственно, по наличию таких эмерджентных свойств система может быть идентифицирована в окружающей нас ноосфере.

Однако, какие бы удивительные свойства ни возникали при агрегировании элементов в систему, ничего взявшегося «ниоткуда» здесь нет. Новые свойства возникают благодаря конкретным связям между конкретными элементами, которые могут варьироваться от полного согласия до полной противоположности отдельных частей системы.

Приведем подтверждающий это простой пример. Пусть имеется некоторый цифровой автомат A , преобразующий любое целое число, подступившее на вход, в число на единицу больше (рис. 14.1, а). Если замкнуть два таких автомата в кольцо (рис. 14.1, б) и подать входной сигнал (ввести любое целое число), то в полученной системе обнаружится новое свойство: она генерирует возрастающие последовательности на выходах y_1 , y_2 , причем одна из них состоит только из четных, а другая — только из нечетных чисел.

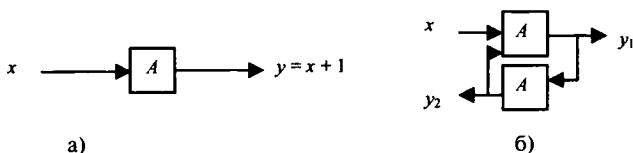


Рис. 14.1. Иллюстрация эмерджентности системы

Аналогичные примеры нетрудно найти и в экономической сфере. В первую очередь они связаны с процессами диверсификации производства хозяйствующих субъектов. Если, например, некоторый коммерческий банк, специализирующийся на оказании розничных банковских услуг, стремится выйти на рынок страхования, он может поступить двумя путями: создать в своей структуре новое специализированное подразделение и самостоятельно лицензироваться на право оказания страховых услуг или найти на рынке работающую страховую компанию и слиться (объединиться) с ней либо поглотить ее, приобретя контрольный пакет акций на фондовом рынке. Другими словами, в процессе органической диверсификации процедуры слияния/поглощения новая объединенная система приобрела новые эмерджентные свойства.

Новые свойства существуют, пока существует сама система как единое целое. Именно поэтому эмерджентность считают проявлением внутренней целостности системы и называют *системообразующим фактором*. Чем больше отличаются свойства системы от суммы свойств ее элементов, тем выше ее организованность.

14.2. Техника агрегирования

Как и в случае декомпозиции, техника агрегирования основана на использовании определенных моделей исследуемой или проектируемой системы. По аналогии их можно назвать *модели — основания агрегирования*. Именно они определяют, какие части должны войти в состав системы и как они должны быть связаны между собой. Разные цели и условия агрегирования приводят к необходимости использовать разные модели, что в конечном итоге определяет тип агрегата и технику его построения. В самом общем виде агрегирование можно определить как установление отношений на заданном множестве элементов.

Всякое сложное явление требует рассмотрения с разных точек зрения и многопланового описания. Только агрегированное описа-

ние в терминах нескольких качественно различающихся языков позволяет охарактеризовать явление с достаточной полнотой. Например, автомобильная авария должна рассматриваться не только как физическое явление, вызванное техническим состоянием автомобиля, качеством дорожного покрытия, силами инерции, трения и удара, но и как явление медицинского, социального, экономического и юридического характера.

В реальной жизни не бывает проблем чисто физических, экономических, юридических и даже системных. Эта многоплановость реальной жизни ставит перед системным аналитиком неизбежный вопрос о допустимой минимизации описания системы. Однако, если в рамках операции декомпозиции этот вопрос решался компромиссно с использованием понятия «*существенность*», что давало некоторую свободу выбора, сопровождаемую риском недостаточной полноты или излишней подробности, то при агрегировании вопрос очень ужесточается — риск неполноты становится недопустимым, поскольку при наличии неполноты речь может идти вообще не о том, что мы имеем в виду, а риск переопределения влечет за собой большие затраты. Следовательно, при агрегировании системы число языков описания должно быть необходимым и достаточным для достижения поставленной цели. Перечень языков, используемых для агрегирования системы, называют *конфигуратором*.

Например, конфигуратором для описания поверхности любого трехмерного тела на «плоскостных» языках является совокупность трех ортогональных проекций, принятая в начертательной геометрии. Для описания хозяйственных процессов используется три группы показателей — натуральные, денежные и социальные — в совокупности образующие конфигуратор. Конфигуратор, определяющий процессы синтеза организационных систем, включает язык для описания распределения власти, язык для описания распределения ответственности и язык для описания распределения информации. Конфигуратор, используемый в радиотехнике, включает языковые и графические средства для представления структурной, принципиальной и монтажной схемы любого устройства.

Задав конфигуратор, т.е. перечислив языки, на которых будет описываться система, мы тем самым фиксируем наше понимание природы системы и в большой степени предопределяем ее тип. При смене цели исследования, например при разработке новой модели телевизора, требуется предусмотреть все стадии ее жизненного цикла вплоть до вывода модели на рынок. В данном случае конфигуратор системы должен включать как минимум три языка: язык описания производственно-технологических процессов, язык дизайна и язык рекламы.

Ключевой задачей агрегирования является образование структуры исследуемой системы. В процессе синтеза мы создаем, определяем или навязываем структуру будущей системе. Если это реальная система, то в ней вполне объективно, т.е. помимо нашей воли, возникнут, установятся и начнут работать не только те связи, которые мы спроектировали, но и другие — которые вытекают из самой природы сведенных в одну систему элементов. Поэтому при проектировании системы важно задать ее структуру во всех существенных отношениях. В остальных отношениях структура сложится стихийным образом.

Совокупность всех существенных отношений предопределяется конфигуратором системы. Отсюда вытекает, что проект любой системы должен содержать столько структур, сколько языков включено в ее конфигуратор. Например, проект организационной системы должен содержать структуры распределения власти, распределения ответственности и распределения информации. В свою очередь, проект любого хозяйствующего субъекта, которые принято относить к классу организационно-экономических систем, кроме перечисленных структур, должен включать структуры производственно-технологическую, финансовых потоков и корпоративной культуры.

14.3. Агрегирование данных

Кроме собственно агрегирования или синтеза систем (экономических, технических, организационных) системные аналитики имеют дело с агрегированием данных. К сожалению, системных аналитиков, занятых в экономической сфере, идентифицируют именно с этим работами, забывая о том, что их функции намного шире.

Реально функционирующие системы генерируют слишком много данных, которые плохо обозримы и с которыми трудно работать. Поэтому возникает настоятельная необходимость в агрегировании данных в целях уменьшения размерности анализируемой предметной области.

В настоящее время агрегирование данных в экономических системах часто связывают с построением так называемой системы сбалансированных показателей. Эта система содержит четыре группы показателей, описывающих исследуемую систему в финансово-экономическом, клиентско-контрагентском, бизнес-процессом и образовательно-квалификационном разрезах. Все группы показателей связаны между собой и направлены на реализацию единой стратегии компании. Так, повышение образовательно-квалификационного уровня сотрудников обеспечивает повышение эффективности и качества внутренних

бизнес-процессов, эффективность бизнес-процессов способствуют лучшему удовлетворению запросов клиентов, а это, в свою очередь, позволяет достичь желаемых финансовых результатов и тем самым удовлетворить ожидания акционеров.

Число показателей в каждой группе на одном уровне управления не должно превышать 7—10. Следовательно, руководитель любого уровня работает с 30—40 показателями одновременно, что не составляет особого труда. Основная трудность заключается в выстраивании информационной природы показателей, где каждый последующий уровень представляет собой агрегат предыдущего. Решение этой задачи входит в круг обязанностей системного аналитика.

Важный пример агрегирования данных дает статистический анализ. Среди различных агрегатов, называемых в этом случае *статистиками*, т.е. функциями выборочных значений, особое место занимают такие агрегаты, которые извлекают всю полезную информацию об интересующем нас параметре из совокупности наблюдений. Наглядным примером статистического агрегирования является факторный анализ, в котором несколько переменных сводятся в один фактор. При рассмотрении реальных данных самым важным является построение модели-агрегата при отсутствии информации, необходимой для теоретического синтеза статистики. Именно поэтому эту область называют *анализом данных*, оставляя за математической статистикой задачи алгоритмического синтеза и анализа статистик.

Если агрегируемые данные фиксируются в числовых шкалах, то появляется возможность задать отношение на множестве данных в виде числовой функции многих переменных. Классическим примером такого агрегирования является приведение задачи многокритериальной оптимизации к однокритериальной задаче. Стоимостный анализ в экономике, в котором все существенные для исследуемого явления факторы имеют денежную оценку, а результат представляет собой их алгебраическую сумму, также следует отнести к классу задач агрегирования данных, методы решения которых входят в арсенал системных аналитиков финансово-экономической сферы.

Резюме

Процедура агрегирования имеет очень широкое смысловое толкование. Кроме очевидного соединения в единое целое составляющих систему элементов, подразумевается проектирование новой системы, интегрирование информации о текущем состоянии

функционирующей системы и ее позиционирование в определенном фазовом пространстве.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение агрегирования. Эквивалентны ли понятия «система» и «агрегат»?
2. Как проявляется внутренняя целостность агрегата? Почему при агрегировании системы в ней появляются новые свойства?
3. Приведите примеры эмерджентности системы. Почему эмерджентность считают внутренним свойством системы?
4. Какая связь существует между системообразующим фактором и эмерджентностью системы?
5. Как связаны дифференциация свойств элементов системы с ее организованностью?
6. Что лежит в основе агрегирования системы? Чем вызвана необходимость многопланового описания агрегируемой системы?
7. Что такое конфигуратор системы? Приведите примеры конфигураторов.
8. Сколько структурных описаний должна содержать агрегируемая система? Приведите примеры структурных описаний социокультурных систем.
9. В чем заключается сущность задачи агрегирования данных в экономике?
10. Что представляет собой система сбалансированных показателей?
11. В чем заключается основная задача синтетического подхода к исследованию системы?

Темы рефератов и эссе

- Проблемы анализа данных в экономических приложениях.
- Слияния и поглощения как примеры агрегирования экономических систем.
- Проектирование новых образований.

глава 15. Измерения

Основной целью моделирования системы является разрешение возникшей проблемы, заключенной в самой системе или связанной с ее функционированием. На модели отрабатываются возможные варианты решения проблемы и выбирается наилучший. По существу, с помощью модели проводятся опыты (эксперименты) для выбора и реализации необходимого воздействия на систему. Результаты опыта необходимо регистрировать и фиксировать с помощью измерений в некоторой знаковой системе с использованием цифр, символов и образов. То есть в основе измерений лежит процесс отображения существенных характеристик исследуемой системы в некоторую знаковую систему.

Это означает, что для регистрации и фиксирования результатов эксперимента можно использовать разные шкалы. Рассмотрение типов измерительных шкал, используемых в системном анализе, составляет основную цель этой главы.

15.1 Измерительные шкалы

Если мы только регистрируем события на выбранных входах и выходах системы, то опыт называют *пассивным экспериментом*, или *наблюдением*; если же мы еще и воздействуем на некоторые из них, то опыт называют *активным*, или *управляемым экспериментом*. Сама постановка эксперимента диктуется моделью, с помощью которой исследуется система. Его характер определяют существенные показатели, которые подлежат измерению и фиксации. Поскольку эти характеристики могут иметь разную природу (сравните, например, природу характеристик: качество товара, объем его выпуска и потребительская стоимость), то к каждому из них необходимо подходить со своей меркой.

Измерение — это алгоритмическая операция, в которой каждой наблюдаемой характеристике системы, процесса или явления ставится в соответствие определенное обозначение. Таким образом, фиксируется информация об исследуемой системе, количество которой зависит от полноты соответствия. Из этих результатов посредством преобразований или, иначе говоря, с помощью обработки экспериментальных данных, системные аналитики получают информацию для выработки необходимых воздействий на систему в целях разрешения возникающих проблем.

Чем теснее соответствие между состояниями и их обозначениями, тем больше информации можно извлечь в результате обработки данных. Менее очевидно, что степень этого соответствия зависит не только от экспериментатора и организации измерений,

но и от природы исследуемой системы. В свою очередь, от степени соответствия зависят допустимые способы обработки экспериментальных данных и, следовательно, степень аргументированности вырабатываемых решений.

Формально под *измерительной шкалой* понимают кортеж $\langle S, \varphi, Z \rangle$, первый элемент которого S обозначает реальную систему, последний Z — шкалу, а средний φ — гомоморфное* отображение S на Z .

В теории измерений $S = \{s_1, s_2, \dots, s_m, R_s\}$ определяется как эмпирическая система с отношением, включающая множество свойств s_i , на которых задано отношение R_s ; $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_m, R_z\}$ определяется как знаковая система с отношением, являющаяся проекцией исходной эмпирической системы во множество чисел, символов или образов z_i , а φ — как гомоморфное отображение S на Z , устанавливающее между ними соответствие таким образом, что $z_i = \varphi(s_i) \in Z$ тогда и только тогда, когда $s_i \in S$. В соответствии с этим определением степень соответствия между s_i и z_i полностью зависит от качества φ . Другими словами, отображение φ полностью определяет тип шкалы измерений.

15.2. Номинальная шкала

Классическая теория измерений рассматривает только такие объекты, про любые два состояния которых можно сказать, различимы они или нет, и только такие алгоритмы измерения, которые различным состояниям ставят в соответствие разные обозначения, а неразличимым — одинаковые. С математической точки зрения это означает, что и состояние объекта, и их обозначения должны удовлетворять следующим *аксиомам эквивалентности*:

- 1) рефлексивности ($A = A$);
- 2) симметричности (если $A = B$, то $B = A$);
- 3) транзитивности (если $A = B$ и $B = C$, то $A = C$).

Здесь символ « $=$ » обозначает отношение эквивалентности, которое в случае числовых значений A и B трансформируется в равенство.

Предположим, что число различных состояний измеряемой характеристики системы конечно. Каждому состоянию поставим в соответствие оригинальное обозначение. Если измерение заключается в том, чтобы после проведения эксперимента определить принадлежность результата к тому или иному состоянию (классу эквивалентности) и записать это с помощью символа, обозначающего данный класс, то это измерение называют *измерением в номиналь-*

* Гомоморфизм — взаимно однозначное соответствие.

ной шкале, шкале наименований или квалификационной шкале. Для обозначения классов могут быть использованы слова (географические названия, наименование болезней, имена людей), произвольные символы (гербы и флаги государств, эмблемы родов войск, логотипы компаний), номера (регистрационные номера автомобилей, номера счетов бухгалтерского учета, шифры форм статистической отчетности), так и их различные комбинации (почтовые адреса, печати хозяйствующих субъектов, штрихкоды товаров).

При обработке экспериментальных данных, зафиксированных в номинальной шкале, непосредственно с самими данными можно выполнять *только* операцию проверки на совпадение, даже если для обозначения классов использовались числа, т.е. осуществлялась нумерация классов. Номера классов только внешне выглядят как числа, а на самом деле числами не являются. С номерами нельзя обращаться как с числами, за исключением определения их равенства.

Результаты измерений, выполненных в номинальной шкале, удобно фиксировать с помощью булевых переменных δ_{ij} со следующим правилом определения их значений:

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{если; } z_i = z_j; \\ 0 & \text{если; } z_i \neq z_j, \end{cases} \quad (15.1)$$

где z_i и z_j — записи разных измерений.

С этими результатами (булевыми переменными) можно выполнять более сложные преобразования:

- считать число совпадений k -го класса, т.е. находить

$$n_k = \sum_{j=1}^n \delta_{kj}, \text{ где } n — \text{общее число наблюдений;}$$

- вычислять относительные частоты классов (частота k -го класса вычисляется как $(p_k = n_k / n)$);
- сравнивать эти частоты между собой, вычисляя, например, моду, т.е. номер наиболее часто встречающегося класса — $k_{\max} = \arg \max_k p_k$;
- выполнять другие статистические процедуры, строго следя при этом, чтобы с исходными данными не выполнялось ничего, кроме операции проверки на совпадение.

Если природа наблюдаемого признака позволяет не только отождествлять его состояния с одним из классов эквивалентности,

но и сравнивать их между собой, для измерений следует выбрать более сильную шкалу. По признаку силы за номинальной следует порядковая шкала.

15.3. Порядковая шкала

Если состояния измеряемой характеристики не только различимы, но и допускают возможность сравнивать различные классы и выстраивать монотонно возрастающие или монотонно убывающие последовательности результатов эксперимента, то мы имеем дело с измерениями в *порядковой*, или *ранговой*, *шкале*. В этой шкале для любых шкальных значений $z_1 > z_2$ из области определения φ выполняется условие $\varphi(s_1) > \varphi(s_2)$, т.е. для порядковой шкалы кроме трех аксиом эквивалентности результаты измерений должны удовлетворять еще двум *аксиомам упорядоченности*:

4) если $A \neq B$, то либо $A > B$, либо $B > A$;

5) если $A > B$ и $B > C$, то $A > C$.

Этим аксиомам отвечает шкала *совершенного порядка*. Примерами такой шкалы являются система воинских званий либо рейтинги инвестиционной привлекательности стран.

Если не каждую пару классов можно упорядочить по предпочтению (некоторые классы являются равными), то аксиомы (4,5) принимают вид

4') либо $A \geq B$, либо $B \geq A$;

5') если $A \geq B$ и $B \geq C$, то $A \geq C$.

Шкала, соответствующая аксиомам (4', 5'), называется *шкалой квазипорядка*. Примером применения шкалы квазипорядка является определение степени родства с конкретным лицом. При этом возможны следующие соотношения: мать=отец > сын=дочь, дядя=тетя < брат=сестра и т.п. Эти соотношения являются ключевыми в юриспруденции при разрешении споров о наследстве.

Нередко возникает ситуация, особенно в социологических исследованиях, когда эксперт или респондент не в состоянии установить порядок между значениями измеряемой характеристики сравниваемых объектов. Например, при изучении покупательского спроса респондент затрудняется ответить, какой товар ему больше нравится: клетчатые носки или фруктовый сок, велосипед или телевизор. Математики говорят, что в этом случае имеются пары классов, несравнимые между собой, т.е. не выполняется ни одно из условий: $A \leq B$, $B \leq A$, $A = B$, как в условиях квазипорядка. В таком случае говорят о шкале *частичного порядка*.

Как видим, порядковые шкалы могут быть различными. Иногда число градаций в шкале задается заранее, а эксперимент лишь

определяет, к какому из упорядоченных классов относится значение наблюдаемой характеристики, например оценка знаний студента на экзамене, измерение силы землетрясения, определение качества товара и т.п. В других случаях эталонные классы отсутствуют, а упорядочение проводится непосредственно по парным сравнениям рассматриваемых объектов (выстраивание солдат в шеренгу по росту, формирование турнирной таблицы по результатам соревнований, определение рейтинга предприятий и т.д.).

Следует обратить внимание на то, что в отношении порядка ничего не говорится о «дистанциях» между сравниваемыми классами или характеристиками. Это придает порядковым шкалам характерную особенность, которую необходимо помнить при обработке экспериментальных данных. Она заключается в том, что наблюдения, зафиксированные в таких шкалах, не являются числами. Над ними *нельзя* проводить арифметические операции и вообще любые действия, результат которых изменится при преобразованиях шкалы, не нарушающих порядка.

Например, нельзя вычислять среднее арифметическое порядковых измерений $(z_1, z_2, \dots, z_i, \dots, z_l)$, так как переход к монотонно преобразованной шкале $z' = f(z)$, сохраняющей данную упорядоченность, после усреднения даст величину, отличную от первоначальной, т.е.

$$\frac{1}{l} \sum_{i=1}^l z'_i \neq \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l z_i.$$

К сожалению, именно это явление мы наблюдаем в период вступительной комиссии в вузах при переводе оценки из сертификата абитуриента, зафиксированной в 100-балльной шкале, в конкурсную оценку (оценку, с которой абитуриент будет участвовать в конкурсном отборе), измеряемую в 4-балльной шкале.

Допустимые операции над порядковыми наблюдениями вытекают из отношений, определяющих эти шкалы (эквивалентности и предпочтения), и представляют собой только операции проверки выполнимости этих отношений. Операция проверки отношения предпочтения может быть формализована посредством введения *индикаторной переменной предпочтения* для упорядоченной пары индексов (i, j) :

$$\zeta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если объект с индексом } i \text{ предпочтительнее объекта с индексом } j; \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

В данном случае индекс i ассоциируется с данным наблюдением или измерением существенной характеристики исследуемой

системы, а индекс j — с другим наблюдением (другим измерением той же характеристики) или некоторым шкальным значением номинальной шкалы. По значению бинарной функции ζ , построенной на множестве локальных измерений ζ_{ij} ($i=\overline{1, I}, j=\overline{1, I}$) мы можем однозначно судить о порядке значений исследуемой характеристики, точнее, о порядке ее значений в предъявленной совокупности.

Над результатами измерений отношений порядка, имеющих двоичный характер, можно проводить следующие арифметические и логические операции:

- находить частоты и моды, как и для номинальной шкалы;
- устанавливать номер или ранг i -го наблюдения в упорядо-

ченном ряду наблюдений $R_i = \sum_{j=1}^I \zeta_{ij}$;

- вычислять выборочную медиану, т.е. определять наблюдение с рангом R_i , ближайшим к числу $I/2$;
- разбивать всю выборку на части в любой пропорции и находить выборочные квантили любого уровня p , $0 < p < 1$, т.е. определять наблюдения с рангом R_i , ближайшие к величине $I \cdot p$;
- определять коэффициент ранговой корреляции между сериями порядковых наблюдений;
- выполнять другие статистические процедуры.

Многие величины, измеряемые в порядковых (принципиально дискретных) шкалах, имеют непрерывный характер, например сила ветра, твердость вещества, глубина знаний и т.п. При работе с ними исследователя всегда преследует желание уменьшить относительность порядковых шкал и усилить их введением промежуточных значений между двумя шкальными значениями (приложение 5). Это приводит к появлению и использованию нестрогих порядковых шкал, в которых с полученными данными начинают обращаться, как с числами. Как правило, подобные попытки приводят к ошибкам и неправильным решениям, поскольку такие модификации, направленные на усиление шкалы, не выводят шкалу из класса порядковых.

В приложении 6 приведены примеры порядковых шкал, нашедшие широкое практическое применение.

15.4. Интервальная шкала

Если при упорядочении объектов известны расстояния между любыми двумя значениями и эти расстояния инвариантны к выбо-

ру единицы измерения и начала отсчета, то мы имеем дело с *интервальной шкалой*. Инвариантность к выбору единицы измерения означает, что все расстояния могут выражаться в произвольных единицах, но одинаковых по всей длине шкалы, а инвариантность к значению, принятому за начало отсчета, заключается в том, что равные интервалы измеряются одинаковыми по длине отрезками шкалы независимо от того, где они на ней располагаются. Следствием такой равномерности шкал этого класса является сохранение неизменными отношений интервалов независимо от того, в какой из шкал эти интервалы измерены.

Используя строгий язык математики, сказанное можно записать следующим образом. Пусть Z — множество совершенно упорядоченных элементов, для каждой пары (z_i, z_j) которого задано вещественное число $\rho(z_i, z_j)$, удовлетворяющее следующим условиям:

- 1) если $(z_i < z_j)$, то $\rho(z_i, z_j) > 0$,
- 2) если $z_i \in Z$ и r — вещественное число, то найдутся такие

$$z'_j \in Z \text{ и } z''_j \in Z, \text{ что } \rho(z_i, z'_j) = r, \text{ а } \rho(z_i, z''_j) = -r,$$

- 3) для любых $z_i, z_j, z_k \in Z$ верно равенство

$$\rho(z_i, z_j) + \rho(z_j, z_k) = \rho(z_i, z_k).$$

Множество Z с такими отношениями отождествляют с интервальной шкалой.

В интервальной шкале можно определить систему координат. Для этого выбирают пару точек $(z_0, z_1) \in Z$ в качестве репера, в котором точка z_0 совпадает с началом координат, а интервал (z_0, z_1) играет роль единицы измерения. Каждой точке $z^* \in Z$ поставим в соответствие координату $x^* = \rho(z_0, z^*)/\rho(z_0, z_1)$. При этом точка z_0 будет иметь координату 0, а точка z_1 — координату 1.

Если на множестве Z ввести другую систему координат, построенную на репере $(\bar{z}_0, \bar{z}_1)$, то координаты x^* и $\bar{x}^*$ точки z^* в этих системах координат будут связаны линейным соотношением

$$x^* = a\bar{x}^* + b, \quad (15.2)$$

$$\text{где } a = \frac{\rho(\bar{z}_0, \bar{z}_1)}{\rho(z_0, z_1)}, \quad b = \frac{\rho(z_0, \bar{z}_0)}{\rho(z_0, z_1)} \cdot \frac{\rho(\bar{z}_1, \bar{z}_1)}{\rho(z_0, z_1)}.$$

То, что интервальные шкалы могут иметь произвольные начала отсчета и единицы измерения, математики выражают следующим

образом: интервальная шкала единственна с точностью до линейных преобразований.

Примерами величин, измеряемых в интервальных шкалах, являются время, температура, высота местности и др. Эти величины по своей природе не имеют абсолютного нуля и поэтому допускают свободу выбора начала отсчета. Так, начало летоисчисления у христиан ведется от Рождества Христова, а у мусульман – на 622 года позже. Высоту местности принято отсчитывать от уровня моря, что привело к тому, что большая часть территории Голландии имеет отрицательную высоту.

В интервальной шкале только интервалы имеют смысл настоящих чисел и только над интервалами следует выполнять математические операции. Если провести математические операции над самими значениями координат, забыв об их относительности, то существует риск получить бессмысленные результаты. Например, если сказать, что температура воды увеличилась в два раза при нагреве от 9 до 18 градусов Цельсия, то для американцев, которые и пользуются шкалой Фаренгейта, это будет звучать весьма странно, так как в этой шкале температура воды увеличится на 16,2 градуса от 48,2 до 64,4*.

Таким образом, в интервальной шкале единственно новой допустимой операцией над наблюдениями является определение интервала между ними. Над интервалами можно выполнять любые арифметические операции, а также большинство операций статистической обработки данных.

15.5. Шкала отношений

Если на шкале интервалов задать или найти абсолютный нуль, то это существенно усилит ее и обеспечит перевод измерений в новую шкалу – *отношений*. Математически такой переход обеспечивается фиксированием нулевого значения параметра b в соотношении (15.2). Таким образом, величины, измеряемые в шкале отношений, имеют естественный абсолютный нуль и свободу в выборе единиц измерения. Переход от одной шкалы отношений к другой эквивалентной шкале осуществляется с помощью преобразования подобия ($\rho(z) = a z$, где $a > 0$), которое еще называют *растяжением* первоначальной шкалы. Это означает, что отношение двух наблюдаемых значений измеряемой величины не зависит от

* Связь между шкалами Фаренгейта и Цельсия выражается формулой $F = \frac{9}{5}C + 32$.

того, в какой из шкал произведены измерения, т.е. $z_0/z_1 = \bar{z}_0/\bar{z}_1$. Отсюда и название шкалы.

Если быть математически абсолютно строгим, то шкала отношений кроме аксиом упорядоченности (4—5) должна удовлетворять и *аксиомам аддитивности*:

6) если $A = P$ и $B > 0$, то $A + B > P$,

7) $A + B = B + A$,

8) если $A = P$ и $B = Q$, то $A + B = P + Q$;

9) $(A + B) + C = A + (B + C)$.

Измерения в шкале отношений являются полноправными числами, и с ними можно выполнять любые арифметические действия и процедуры статистической обработки.

С помощью шкал отношений измеряются масса, длина, стоимость и другие характеристики объектов. Известно, например, что цена товара в разных валютах будет иметь разное номинальное значение, однако отношение стоимостей товаров будет одинаковым при переходе от одной валюты к другой. В этом и заключается основная особенность шкалы отношений.

15.6. Шкала разностей

Как и шкала отношений, *шкала разностей* является частным случаем шкалы интервалов. Она получается фиксированием параметра $a = 1$ в соотношении (15.2), т.е. выбором единицы измерения. Таким образом, шкала разностей — единственная с точностью до преобразований сдвига $p(z) = z + b$. Постоянная b является характерным параметром шкалы разностей и называется ее *периодом*, поэтому данную шкалу иногда называют еще *периодической* или *циклической*.

В таких шкалах измеряется направление (роза ветров, географическое местоположение, определяемое с помощью компаса), циклическое время (суток, года, фаз луны) и фаза циклических колебаний (в градусах или радианах). В экономических приложениях с помощью шкалы разностей измеряются циклические приросты анализируемых величин (объемов выпуска, численности персонала, производственных мощностей и т.п.) за определенные промежутки времени (месяц, квартал, год, пятилетие).

Над показаниями, зафиксированными в шкале разностей, можно выполнять любые арифметические действия, помня о, хотя и едином для нас, но все-таки условном начале отсчета (принятом летоисчислении, условленном моменте смены дат и т.д.). При переходе на летнее (зимнее) время или пересечении линии смены дат необходимо внести коррективы в результаты измерений. Шкала

разностей, как и шкала интервалов, сохраняет отношение интервалов между оценками пар объектов, но в отличие от шкалы отношений не сохраняет отношения оценок свойств объектов.

15.7. Абсолютная шкала

Абсолютная шкала имеет абсолютный нуль и абсолютную единицу измерения. Эта шкала не единственна с точностью до какого-либо преобразования, а просто единственна. Единственными допустимыми преобразованиями в этой шкале являются тождественные преобразования, т.е. $\rho(z) \equiv z$. Это означает, что существует только одно отображение измеряемых характеристик исследуемой системы в числовую систему (отсюда и название шкалы).

Именно такими качествами обладает числовая ось. Важными ее особенностями являются безразмерность (отвлеченность) и абсолютность ее единицы. Эти особенности позволяют проводить над показаниями абсолютной шкалы такие операции, которые недопустимы для показаний других шкал: использовать шкальные значения в качестве показателя степени и основания логарифма, подвергать их дифференциации, интегрированию и любой статистической обработке.

Числовая ось используется как измерительная шкала в явной форме при счете предметов, а как вспомогательное средство присутствует во всех остальных шкалах. Внутренние свойства числовой оси при всей кажущейся ее простоте оказываются чрезвычайно разнообразными, и теория чисел до сих пор не исчерпала их до конца. Об этом свидетельствует наличие в природе безразмерных числовых отношений, вызывающих восхищение и изумление (гармоничное соотношение размеров и звуков, закономерности подобию и размерности, квантование энергии элементарных частиц и т.п.). Не исключено, что пояснения перечисленных природных явлений могут быть найдены в теории чисел.

15.8. Выбор и трансформация измерительной шкалы

Нетрудно предположить, что, чем сильнее шкала, в которой проводятся измерения, тем больше сведений об изучаемой системе, явлении или процессе дают измерения. Поэтому каждый исследователь стремится провести исследования в как можно более сильной шкале. Однако выбор шкалы измерения должен гармонизировать с характером измеряемой величины, и лучше проводить измерения в той шкале, которая максимально согласованна с этим характером. В таблице 15.1 приведены характеристики шкал, которые помогут исследователю сделать правильный выбор шкалы измерения.

Таблица 15.1. Основные характеристики измерительных шкал

Наименование шкалы	Определяющие отношения	Эквивалентное преобразование шкал	Допустимые первичные операции над данными	Допустимая вторичная обработка данных
Номинальная	Эквивалентность	Перестановки наименований	Определение булевых переменных δ_{ij}	Вычисление относительных частот
Порядковая	Эквивалентность, предпочтение	Монотонное, (не изменяющее порядка)	Определение переменных ζ_{ij} и рангов R_i	Вычисление относительных частот и выборочных квантилей
Интервальная	Эквивалентность, предпочтение, сохранение отношения интервалов	Линейные преобразования $\gamma = ax + b$ ($a > 0, b \in E$)	Определение переменных ζ_{ij} , рангов R_i и интервалов	Арифметические действия над интервалами (интервальными значениями)
Разностей	Эквивалентность, предпочтение, сохранение отношения интервалов, периодичность	Сдвиг $\gamma = x + nb$ ($b = \text{const}, n = 0, 1, 2, \dots$)	Определение переменных ζ_{ij} , рангов R_i и интервалов	Арифметические действия над интервалами (интервальными значениями)
Отношений	Эквивалентность, предпочтение отношения интервалов, сохранение отношения двух значений	Растяжение $\gamma = ax$ ($a > 0$)	Все арифметические операции	Любая статистическая обработка
Абсолютная	Эквивалентности, предпочтение, сохранение отношения интервалов, сохранение отношения двух значений, абсолютный нуль, безразмерная единица измерения	Шкала уникальна и единственна	Все математические операции	Любая математическая обработка

Может возникнуть ситуация, когда после проведения измерений потребуется преобразование протокола наблюдений из одной шкалы в другую. Например, очень часто аналитики прибегают к оцифровке качественных шкал: классам в номинальной или порядковой шкале присваивают номера, с которыми дальше работают как с числами. Таким образом, оцифровка — это процесс перекодировки результатов измерений в более удобную форму. Однако необходимо помнить о пределах допустимых преобразований.

Если результаты измерений переводятся в более слабую шкалу, то исследователь должен отдавать себе отчет в том, что окончательные выводы, полученные в результате их обработки, несомненно ухудшатся. Следовательно, пользоваться этим приемом следует в исключительных случаях, например если применение более сильной шкалы опасно.

При тщательном анализе содержимого табл. 15.1 бросается в глаза принципиальное отличие между слабыми качественными шкалами (номинальной и порядковой) и сильными количественными (интервальной, разностей, отношений и абсолютной). Возникает вопрос: «является ли переход от качественных шкал к количественным принципиально скачкообразным или существует возможность пошаговым усилением порядковой шкалы плавно дойти до интервальной?

Для усиления порядковой шкалы наряду с перекодировкой и упорядочением альтернатив используют понятие «сила предпочтения». С введением этого понятия появилась возможность сравнения расстояний между упорядоченными альтернативами — двумя соседними значениями на шкале. Как только эти расстояния начнут измеряться в числовых шкалах, шкала автоматически станет числовой. Однако как нечисловой характер сил предпочтения привести к числовым значениям — науке пока неизвестно.

Резюме

Кажущиеся тривиальными привычные процедуры измерений, фиксации и обработки результатов экспериментов содержат в себе множество подводных камней. Поэтому для успешного преодоления видимых и невидимых препятствий при проведении системного анализа и выработки на этой основе качественных управленческих воздействий на исследуемую систему необходимо хорошо освоить технику измерительно-вычислительных работ. Материал этой главы окажет посильную помощь начинающим системным аналитикам.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения активного и пассивного экспериментов.
2. Чем обусловлена необходимость применения различных измерительных шкал?

3. Приведите формальное определение шкалы измерений.
4. Дайте определение номинальной шкалы. Приведите ее синонимические названия.
5. Как фиксируются результаты измерений в номинальной шкале?
6. Перечислите допустимые операции обработки результатов эксперимента в номинальной шкале.
7. Дайте определение порядковой шкалы. Перечислите ее существующие модификации.
8. Какими способами проводятся и как фиксируются измерения в порядковой шкале? Какие операции вторичной обработки допускаются над измерениями в порядковой шкале?
9. Дайте определение интервальной шкалы.
10. Докажите, что в интервальной шкале две системы координат, построенные соответственно на реперах (z_1, z_2) и $(\bar{z}_1, \bar{z}_2)$, связаны линейным соотношением, т.е. координаты x^* и $\bar{x}^*$ некоторой точки z^* в этих шкалах удовлетворяют уравнению $x^* = a\bar{x}^* + b$.
11. Какие операции допустимы над экспериментальными данными, зафиксированными в интервальной шкале?
12. Что представляет собой шкала отношений? Как она связана со шкалой интервалов? В чем заключается основная особенность шкалы отношений?
13. Что представляет собой шкала разностей? Как она связана со шкалой интервалов? Приведите примеры использования шкалы разностей в экономике.
14. Приведите примеры измерений в абсолютной шкале. В чем заключается основное предназначение абсолютной шкалы?
15. Как соотносятся шкала измерений, качество результатов измерений, качество результатов обработки экспериментальных данных и качество вырабатываемых управленческих решений?

Темы рефератов и эссе

- Специфика социологических измерений.
- Измерения в нелинейных шкалах.
- Измерение инвестиционной привлекательности.

Глава 16. Экономические измерения

Для определения траектории развития экономической системы в деловой среде необходимо выстроить надежную систему координат и ввести свою корпоративную систему измерения ценностей. Однако решение этой на первый взгляд тривиальной задачи связано с огромными трудностями. Дело в том, что то, что нам требуется измерять, как правило, непосредственному измерению не поддается. Например, в экономике желательно уметь измерять жизнеспособность хозяйствующих субъектов. Однако для прямого измерения этого эмерджентного свойства не существует ни единицы измерения, ни шкалы, ни инструмента. Можно измерять только его косвенные проявления. Это может быть прибыль на инвестированный капитал, или чистая стоимость будущих денежных потоков, или темпы роста, или еще что-то. Если уж мы измеряем эмерджентное свойство через его проявления, то делать это следует в нескольких ракурсах.

16.1. Специфика экономических измерений

Чтобы разработать эффективную корпоративную систему измерения, следует выбрать критерии и показатели эффективности. Критерии эффективности определяют *что*, т.е. какие параметры системы надо измерять, а показатели эффективности представляют собой рабочие определения каждого параметра и конкретизируют, *как* именно будет измеряться каждый критерий. Например, если в качестве критерия эффективности выбран уровень использования производственных мощностей, то его показателем может быть коэффициент оборачиваемости. В свою очередь, алгоритм (формула) расчета коэффициента оборачиваемости подлежит выбору из множества допустимых альтернатив, т.е.

$$K_o = O_{\Pi} / A; K_o = D_v / A; K_o = O_v / Z,$$

где K_o — коэффициент оборачиваемости;

O_{Π} — объем продаж;

A — суммарный объем активов компании;

D_v — валовой доход;

O_v — объем выпуска продукции;

Z — затраты на выпуск продукции.

Немаловажной при выборе показателя является простота получения исходных данных для его вычисления. Эти затраты не должны превышать ценности получаемой в результате информации. Если расходы на получение исходных данных для вычисления объектив-

ной оценки непомерно высоки, то можно использовать и субъективную оценку. Экспертная группа, сформированная из экспертов с разными системами ценностей, способна генерировать очень объективные оценки. Например, оценка знаний выпускника государственной экзаменационной комиссией или оценка результатов выступлений во многих видах спорта судейскими коллегиями редко вызывают нарекания, что свидетельствует об их высокой объективности.

Для построения системы измерения жизнеспособности экономического субъекта следует руководствоваться информацией табл. 16.1. В ней по горизонтали указаны ракурсы, которые характеризуют компанию в целом:

- структуру (вход);
- функции (выход);
- среду функционирования (рынок);
- бизнес-процессы (технологии).

По вертикали отложены ракурсы, отражающие качество организационного менеджмента:

- организацию производства продукции;
- администрирование;
- создание стоимости (путем координации взаимодействия членов и структурных подразделений компании);
- создание будущего (путем реализации скрытого потенциала компании).

На пересечении ракурсов в таблице указываются критерии и конкретные показатели, значения которых будут непосредственно измеряться в функционирующей организации или вычисляться на основании первичных данных. Однако даже беглый анализ таблицы убеждает, что не все содержащиеся в ней показатели могут быть непосредственно измерены или вычислены. Существуют показатели, подлежащие дальнейшей декомпозиции или требующие экспертной оценки.

Часто бывает так, что, не имея возможности измерять то, что надо, мы измеряем то, что можем, и более того, даже изоощаемся в измерении неверных критериев. Но чем точнее мы измеряем неверные критерии, тем быстрее и увереннее приближаем кончину своей экономической системы.

Нам удалось бы избежать многих неудач, если бы мы хотя бы приблизительно оценивали действительно важные параметры, вместо того чтобы тщательно и предельно точно измерять бесполезные показатели. Поэтому при наполнении таблицы конкретным содержанием применительно к конкретной компании необходимо постараться, чтобы туда попали действительно значимые показатели, даже если отсутствуют строгие алгоритмы получения их значений.

Таблица 16.1. Показатели выживаемости экономической системы

Управленческие ресурсы	Организационные ресурсы			
	1. Структура (вход)	2. Функции (выход)	3. Среда (рынок)	4. Процессы (технологии)
1. Организация производства	1.1. Использование производственных мощностей • коэффициент использования производственных мощностей • рентабельность • глубина административной иерархии	1.2. Характеристика продукции • объем затрат • качество • цена • номенклатура выпускаемой продукции	1.3. Характеристики доступа на рынок • устойчивость спроса • объем продаж • число повторных сделок	1.4. Эффективность • продолжительность производственного цикла • уровень потерь • производительность • безопасность
2. Администрирование	2.1. Допустимые запасы • уровень складских запасов • качество положений и инструкций	2.2. Производственные параметры • график запуска-выпуска • уровень незавершенного производства • себестоимость продукции • уровень затрат	2.3. Характеристики партий поставок • объем партий • доли потребителей в объеме выпуска • уровень диверсификации производства • объем продукции на складе	2.4. Характеристики бизнес-процессов • степень регламентации бизнес-процессов • производительность бизнес-процессов • гибкость производства • готовность продукции

3. Создание будущего (мобилизация скрытого потенциала)	3.1. Возможности структуры • прочность позиции • ключевые (профилирующие) знания • риск реструктуризации	3.2. Конкурентные преимущества • конкурентно-способность продукции • уровень соответствия ожиданиям клиента • риск недостижения выходных характеристик продукции	3.3. Потенциал рынка • интенсивность конкуренции • цена выхода на рынок • конъюнктурный риск	3.4. Параметры раннего предупреждения • время между индикацией проблемы и ее наступлением • горизонт планирования • технологический риск
4. Создание стоимости (управление взаимодействиями)	4.1. Традиционные культурные ценности • квалификация персонала • качество менеджмента • степень дублирования власти • сила взаимосвязей между организационными единицами	4.2. Синергетика • синергический эффект • уровень дивизионализации выпуска • затраты на обслуживание (эксплуатацию) продукции	4.3. Репутация на рынке • прочность отношений с клиентами • прочность отношений между членами организации	4.4. Характеристики цепочки создания стоимости • рентабельность • коэффициент прироста стоимости • вклад в прибыльность организации • вклад в расширение рынка

Остановимся на смысловом содержании измерительных ракурсов исследуемой экономической системы, зафиксированных в столбцах и строках таблицы.

В ракурсе *«организация производства»* компанию оценивают с точки зрения эффективности в краткосрочном периоде. Поскольку эффективность зависит исключительно от степени удовлетворения текущих потребностей клиентов, то ключевым в первой строке таблицы является клетка 1.3 «Характеристики доступа на рынок». Ключевой ее показатель «устойчивость спроса» не имеет строгого алгоритма исчисления. При его формировании необходимо исходить из того, что спрос на продукт считается устойчивым, если можно без труда дать обоснованный прогноз объема продаж, а участники рынка, неподвластные компании, не препятствуют продвижению продукции на рынок и не вызывают неожиданных изменений экономической конъюнктуры.

В ракурсе *«администрирование»* обеспечивается оценка эффективности компании в краткосрочном периоде. Для этого необходимо регламентировать ее процессы. Все действия должны выполняться в определенное время, в определенном порядке, с установленной интенсивностью. Следовательно, все клетки второй строки таблицы будут заполнены показателями, для которых существуют допустимые уровни значений или нормативы. Систематизация и регламентация обеспечивают дисциплину всех функциональных платформ в цепочке создания стоимости и в конечном итоге обуславливают эффективность компании. В данном случае показатели всех клеток второй строки одинаково значимы для обеспечения общей эффективности компании в краткосрочном периоде.

В ракурсе *«создание будущего»* обеспечивается оценка результативности компании в долгосрочном периоде. Результативность в долгосрочном периоде означает, что наши текущие решения должны удовлетворять будущие потребности клиентов. Но чтобы компания могла удовлетворить будущие потребности, надо их знать, а для этого надо уметь создавать целостную модель идеального будущего, опираясь на текущую неполную информацию. Ликвидируя информационный дефицит с помощью воображения, необходимо составить сценарии развития потребностей клиентов, конкуренции, внешних условий и всего того, что может повлиять на компанию. Следовательно, показатели третьей строки должны отражать скрытый потенциал компании, который надо будет привлечь для обеспечения будущего. При этом необходимо помнить, что результативность принимаемых для этого решений можно будет проверить только тогда, когда будет достигнута поставленная цель, т.е. в очень отдаленной перспективе. Поэтому во всех клетках третьей строки присутствуют риски.

В ракурсе «создание стоимости» обеспечивается оценка продуктивности компании в долгосрочной перспективе. Для этого необходимо обеспечить интеграцию компании в единое целое посредством создания отношений сотрудничества между ее членами, а также между ними, клиентами и другими заинтересованными лицами. Для решения такой задачи компания должна идентифицировать потребности всех своих членов, заинтересованных лиц и клиентов и разработать систему, обеспечивающую удовлетворение этих потребностей. Когда потребности клиентов удовлетворяются удовлетворенными элементами компании и ее ближайшего (заинтересованного) окружения, можно надеяться, что в системе нет незаменимых элементов. Каждый поддерживает каждого и никто не ждет помощи со стороны для решения организационных проблем. Если все заинтересованные лица сотрудничают друг с другом и никто из них не заменим, то компания будет эффективной в долгосрочном периоде. Это означает, что все надлежащим образом участвуют в цепочке создания стоимости и совместно обеспечивают жизнеспособность компании и выполнение ее миссии.

Следовательно, показатели четвертой строки таблицы отражают отражать не только собственную рентабельность активных элементов компании или ее структурных подразделений, но и их содействие успеху и/или повышению прибыльности других единиц в цепочке создания стоимости. В конечном итоге показатели этой строки должны обеспечить измерение вклада каждой организационной единицы в финансовые результаты работы всей компании. Определяющими в этой строке будут показатели третьей клетки, которые описывают прочность взаимоотношений с потребителями, поставщиками, кредиторами и другими контрагентами компании.

В ракурсе «структура» (первый столбец) отражена степень соответствия архитектурного построения компании содержанию ее организационного управления. В зависимости от характера конкуренции в тот или иной период времени целостная бизнес-система делится на части, между которыми устанавливается иерархия ответственности (кто за что отвечает) и иерархия полномочий (кто кому подчиняется). Как правило, структура представляется в виде графа, вершины которого ассоциируются со сферами ответственности, а дуги отражают иерархию полномочий.

В этой связи в первом столбце табл. 16.1 появляются показатели, которые характеризуют высоту административной иерархии, качество инструктивно-методического материала, обеспечивающего нормальное функционирование элементов организационной структуры, и вероятность реструктурирования системы управления.

В ракурсе «*функции*» отражены характеристики продукции/услуг, которыми компания представлена (или которые она продвигает) на рынке. Ведь для того чтобы удовлетворять свои собственные интересы, она должна предложить внешнему миру нечто, что пользуется платежеспособным спросом. В этой связи во втором столбце табл. 16.1 должны присутствовать показатели, которые характеризуют ассортимент и качество выпускаемой продукции и/или предоставляемых услуг. Это в одинаковой мере относится как к компании в целом, так и к ее структурным подразделениям, которые становятся агентами внутреннего рынка. Ключевой в этом столбце является последняя, четвертая клетка. Именно в ней должны содержаться показатели, аккумулирующие в себе синергию от взаимодействия всех составляющих бизнес-структуры.

В ракурсе «*среда*» обеспечивается оценка того окружения, в котором предстоит функционировать компании. Как известно, внешняя среда состоит из всех тех элементов (переменных), что воздействуют на поведение компании, но не подвластны непосредственному влиянию или управлению со стороны ее менеджеров. Исходя из этого показатели всех клеток третьего столбца должны отражать уровень заинтересованности контрагентов в успешном функционировании компании и степень их влияния на ее поведение. Они должны прояснить состояние деловой среды и дать ответы на вопросы: кто главные заинтересованные стороны? чего они ждут от организации? как развивается конкуренция? Какие силы движут переменами? Например, известно, что клиенты приносят компании доход, акционеры предоставляют капитал, поставщики поставляют сырье и комплектующие, а дистрибьюторы обеспечивают доступ к клиентам. Они отличаются уровнем заинтересованности и степенью влияния на деятельность компании. Так у клиентов наивысшая степень заинтересованности, но степень их влияния на процветание компании незначительна, и наоборот, акционеры оказывают огромное влияние, но их заинтересованность в успехе компании крайне низка (в случае неуспеха они могут изъять свои средства и вложить их в другое дело).

В ракурсе «*процессы*» обеспечивается возможность оперативного контроля всех ключевых параметров производства и фиксации моментов, когда компания исчерпала потенциал эксплуатируемой технологии и для обеспечения ее дальнейшего развития необходимо переходить на новую технологию и перестраивать производственный процесс. Следовательно, конкретизирующие его показатели четвертого столбца табл. 16.1 должны отражать издержки, длительность производственного цикла, гибкость производства, качество

продукции и другие контрольные параметры, характеризующие обеспечение конкурентных преимуществ продукции/услуг компании. Не вызывает сомнений, что ведущая роль в этом ряду принадлежит показателям первой клетки, непосредственно описывающим процессы производства. Однако показатели последующих клеток этой строки дополняют их и должным образом позиционируют компанию в деловой среде.

Таким образом, чтобы обеспечить выживаемость любого экономического субъекта, надо постоянно отслеживать и надлежащим образом корректировать динамику его развития в пространстве и во времени. Для этого необходимо выстроить надежную, результативную и эффективную систему измерения и исследовать в ней организацию. В этом параграфе приведена системная методология решения такой задачи. Точно следуя ее положениям, можно сформировать надежную систему фиксации и индикацию развития экономического субъекта в деловой среде.

16.2. Измерения недетерминированных величин

Экономические системы, явления и процессы редко бывают детерминированными. Их развитие в пространстве и во времени определяется целым множеством факторов, большинство из которых имеют неопределенный или случайный характер. Измерение случайных величин выполняется для уточнения модели исследуемого объекта и уменьшения неопределенности наших знаний о нем.

Существует по крайней мере четыре различные точки зрения на природу случайности. Каждая из них имеет довольно строгое логическое построение и вполне достаточные основания.

Согласно первой точке зрения, случайным является нечто такое, в чем мы не находим закономерностей. По мере познания этого нечто (системы, процесса или явления) в нем все меньше и меньше остается случайного. В конечном итоге неопределенность должна исчезнуть вообще. Приверженцы этой точки зрения определяют случайность как вид неопределенности, подчиняющийся строгой закономерности, которая выражается распределением вероятностей. Ярким выразителем этой позиции был П.-С. Лаплас, считавший, что случайность не присуща самим объектам, а связана только с незнанием, которое в принципе устранимо.

Содержание противоположной точки зрения заключается в том, что случайность является объективным свойством всех явлений, а детерминированность — лишь предельный случай случайности. Так, О. Курно, как наиболее яркий последователь этой точки зре-

ния, утверждал, что случайность вмешивается во все, что творится на свете, и делал вывод, что миром управляет случай.

Приверженцы промежуточной точки зрения признают существование как детерминированных, так и случайных явлений. По их убеждению, случайность объективно присуща лишь некоторым явлениям, а характер ее присутствия в том или ином явлении описывается статистическими закономерностями, как, например, правило «80—20», согласно которому в любом трудовом коллективе 80% всей работы выполняют 20% ключевых сотрудников; соотношение «10:9», отображающее гендерную структуру молодого поколения планеты; закон Менделя, позволяющий определить родословную любого биологического вида и т.п.

Четвертой точки зрения на природу случайности придерживаются представители научной школы И. Пригожина. Они развивают подход, согласно которому случайные и детерминированные периоды сменяют друг друга в истории любой системы. Детерминированные процессы постепенно замещаются процессами, все более удаленными от равновесия, все более хаотическими, пока в период бифуркации случайно не определяется новое равновесное состояние, к которому будет стремиться система на очередном этапе своего жизненного цикла.

Приведенные отличия различных точек зрения на природу случайности никак не сказываются на методологии статистики и алгоритмах решения статистических задач. В практических задачах объективные и субъективные случайности переплетаются, а изначальная их природа не влияет на результат. Хотя не исключено, что такое мирное сосуществование может иметь свои границы.

16.3. Регистрация и обработка экспериментальных данных

Данные любого эксперимента, в том числе и пассивного, фиксируют в той или иной форме, обрабатывают определенным образом, а полученные результаты используют для устранения существующей неопределенности или решения возникшей проблемы. Иногда эти операции практически совмещены во времени. Так, в системах автоматического управления технологическими процессами, в том числе химическими и атомными реакторами, в системах управления сложными объектами в реальном масштабе времени, в том числе во всех автономных системах управления движущимися объектами (самолетами, поездами, космическими аппаратами) выработка и реализация управленческого решения должны осуществ-

латься в очень короткое и жестко лимитированное время. Несоблюдение существующих или заданных ограничений может привести к фатальным последствиям.

В научных исследованиях, контрольно-ревизионной деятельности, криминалистике и системном анализе обработка экспериментальных данных является самостоятельным этапом, промежуточным между непосредственными измерениями и использованием результатов их обработки. В этом случае исходная информация фиксируется в так называемых *протоколах наблюдений* или *экспериментальных таблицах*. Вид этих протоколов и таблиц, а также методы обработки содержащихся в них данных зависят от характера модели, для уточнения которой ставится эксперимент, и существующих стандартов в данной предметной области. В большинстве случаев протоколы наблюдений имеют особенности, которые требуют пристального внимания. К числу наиболее существенных особенностей принадлежат:

- 1) большая размерность;
- 2) разнотипность данных;
- 3) пропущенные значения;
- 4) зашумленность;
- 5) искажения.

Коротко остановимся на каждой из них.

Большая размерность. Во многих статистических исследованиях число объектов в выборке (N) и число признаков, по которым измеряется каждый из них (n), настолько велики, что произведение $N \cdot n$ достигает нескольких десятичных порядков. Если при этом еще учитывается время (интересующие нас характеристики объекта измеряются в определенные моменты времени), то размерность исходного блока данных увеличивается многократно. Даже при нынешних мощностях компьютерной техники размерность исходных данных статистической задачи может стать существенным препятствием на пути ее эффективного решения. В данном случае эффективность ассоциируется с качественным решением задачи в приемлемые сроки.

Разнотипность данных. Разные признаки исследуемого объекта могут измеряться в разных шкалах. Большинство существующих пакетов прикладных программ статистической обработки информации воспринимают только однотипные данные. Это вызывает необходимость приводить разнотипные исходные данные к одной шкале.

Пропущенные значения. Незаполненные ячейки протокола или таблицы данных — не такой уж редкий случай в статистических измерениях. Особенно это характерно для экономических и социо-

логических исследований, когда эксперимент проводится в естественных, а не в лабораторных условиях. Можно исключить из обработки пропущенное значение, исключив заодно и все сопровождающие его сведения, а можно попытаться восстановить пропущенное значение (опираясь на избыточность исходного протокола, которая, как правило, бывает всегда) и обрабатывать протокол в штатном режиме. К сожалению, универсальных способов восстановления пропущенных данных не существует, и каждый раз при возникновении такой необходимости приходится вырабатывать, обосновывать и согласовывать оригинальные подходы к осуществлению этой процедуры.

Зашумленность. Довольно часто измерение, занесенное в протокол, на самом деле отличается от измеряемого значения на некоторую случайную величину. Статистические свойства этой сопровождающей помехи могут не зависеть от измеряемой величины, и тогда помехи называют *аддитивным* (суммарным) *шумом*. Если же статистические свойства сопровождающей помехи зависят от измеряемой величины, то такую зашумленность исходных данных называют *неаддитивной*. Разные виды зашумленности должны по-разному учитываться при обработке.

Искажение. Приступая к обработке протокола наблюдений, мы всегда исходим из определенных предположений о природе величин, занесенных в протокол. Любой способ обработки дает результаты ожидаемого качества только в том случае, если обрабатываемые данные отвечают определенным предположениям. К сожалению, далеко не всегда и далеко не все системные аналитики в ходе обработки данных обращают внимание на то, действительно ли все данные из протокола наблюдений отвечают предположениям, заложенным в алгоритм обработки. Например, цифры в протоколе наблюдений могут быть символами, а мы можем считать, что они числа; непрерывная измеряемая характеристика фиксируется с помощью дискретных округленных значений, что является причиной искажения результата; при измерении в числовых шкалах может не учитываться нелинейность измерительного прибора, что тоже влечет за собой искажение протокольных данных и т.д.

Чтобы повысить качество выводов, получаемых при обработке статистических данных, необходимо обеспечить соответствие их свойств требованиям алгоритмов обработки (или наоборот). Для этого нужно контролировать условия эксперимента и/или вносить корректирующие поправки в протоколы наблюдений, например пересчитывать показания нелинейного датчика, и/или конструировать алгоритмы с минимумом предположений, как в непарамет-

рической статистике, и/или конструировать специальные алгоритмы с расчетом на возможные отклонения, как в робастной статистике.

Таким образом, для любого протокола наблюдений, подлежащего обработке, всегда необходимо рассматривать соответствие проверяемой модели и выполнение условий измерения.

16.4. Содержание обработки статистических данных

Обработка экспериментальных данных проводится в целях извлечения из них полезной информации для выработки и принятия управленческих решений. Любая обработка статистических данных — это их преобразование к удобному для использования виду, или перевод ответов исследуемой системы с языка измерений на язык уточняемой модели. В зависимости от наших первоначальных знаний об исследуемой системе (существуют они в общих чертах или являются продвинутыми) в статистических исследованиях различают два типа моделей: классификационные и числовые.

Классификационные модели. Это первичные формы знания. Узнавание окружающих предметов — типичный пример классификационных процессов в мыслительной деятельности человека. В науке также познание начинается из соотнесения изучаемого объекта с другими объектами и выявления сходства и различия между ними. С построением и использованием классификационных моделей связаны задачи кластеризации, классификации, упорядочения объектов и уменьшения размерности. Остановимся на постановочной части каждой из них.

Кластеризация заключается в поиске естественной группировки объектов. При этом не известно число классов и не заданы границы классов в пространстве характеристик. Требуется определить их исходя из близости, похожести или различия описаний объектов в протоколе наблюдений.

Классификация, или распознавание образов, заключается в определении принадлежности каждого объекта исследуемой совокупности к той или иной группе на основании значений его характеристик, зафиксированных в протоколе наблюдений. При этом задано число классов и перечень характеристик каждого класса. Если при этом заданы и границы между классами, то классификацию называют априорной, если же границы требуется найти, то задача сводится к распознаванию образов по обучающей выборке.

Упорядочение объектов всегда осуществляется по определенному критерию и заключается в установлении отношения порядка между

объектами на основании сведений, зафиксированных в протоколе наблюдений.

Уменьшение размерности модели заключается в отборе наиболее информативных признаков или соединении нескольких признаков в один в целях упрощения модели и повышения ее обзорности. Дело в том, что, как правило, любая первоначальная классификационная модель является сырой и учитывает множество предположений, которые требуют дополнительной проверки. Список характеристик объектов исследуемой совокупности формируется эвристически, всегда с запасом и, как следствие, оказывается довольно длинным, а главное, избыточным и зашумленным. Поэтому одна из ключевых задач совершенствования классификационной модели заключается в уменьшении ее размерности.

Числовые модели. Эти модели отличаются от классификационных тем, что исходные характеристики исследуемых объектов измеряются в числовых шкалах, а интегрированные характеристики (критерии) вычисляются на основании функций или функционалов, элементарными переменными которых служат исходные характеристики. Более того, в числовых моделях гораздо чаще учитываются связи переменных со временем, т.е. замеры характеристик могут проводиться в разные моменты времени. В этой связи статистические измерения могут относиться как к множеству объектов, так к одному объекту в различные моменты времени.

Традиционно с помощью числовых моделей решаются задачи установления закона распределения, оценки параметра или поиска экстремума. Коротко остановимся на их постановке.

Установление закона распределения случайной величины заключается в поиске математического выражения, увязывающего вероятность появления исследуемого объекта со значениями, зафиксированными в протоколе наблюдений. Зная распределение (например, плотность вероятностей), можно получить ответы на следующие вопросы:

- 1) в каком интервале находятся возможные значения случайной величины;
- 2) около какого значения рассеиваются ее реализующие значения (осуществляем поиск параметра положения распределения, например среднее, моду или медиану);
- 3) насколько сильно разбросаны эти значения (находим масштабный параметр — дисперсию или стандартное отклонение);
- 4) какова связь между разными реализациями случайной величины (вычисляем заданную меру зависимости) и т.д.

В законах распределения связь между переменными может задаваться как в параметризованной форме (т.е. в виде функции с ко-

нечным числом переменных), так и в непараметризованной форме (в виде функционала).

Оценка параметра заключается в определении значения ненаблюдаемого параметра по данным протокола наблюдений. Если значение ненаблюдаемого параметра необходимо оценить на перспективу, т.е. для $t > t_0$, такая задача называется *прогнозированием*.

Поиск экстремума заключается в таком пошаговом изменении наблюдаемых величин, чтобы обеспечить экстремальное значение целевой характеристики или критериальной функции.

Детально эти и другие задачи обработки статистической информации рассматриваются в курсе математической статистики.

Резюме

Экономические измерения представляют собой очень нетривиальную проблему. С одной стороны, интересующие нас характеристики системы являются эмерджентными свойствами и прямому измерению не поддаются, а с другой — очень часто измеряемые величины носят недетерминированный (случайный) характер, что требует соблюдения специальной методологии статистических наблюдений и измерений. Если измерение эмерджентных свойств в большей степени творческое и реализуется посредством измерения косвенных характеристик системы, то измерения недетерминированных факторов очень хорошо отработаны и относятся к области инженерных расчетов. Локальное изучение ограниченных выборок позволяет установить ключевые закономерности и распространить их на всю генеральную совокупность. Статистические методы исследования случайных неопределенностей базируются на том предположении, что распределение вероятностей случайной величины существует, хотя и не известно. Задача заключается в наблюдении за случайной величиной и снятии неопределенности ее распределения в целях уточнения модели исследуемой системы на основании результатов наблюдения.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается специфика экономических измерений?
2. Каким образом измеряются эмерджентные характеристики системы?
3. Как определяются информационные контуры корпоративной системы измерения?
4. В чем заключается сущность измерений недетерминированных величин? Для чего они проводятся?

5. Какова точка зрения Лапласа на природу случайности? Курно? пригожинской шкалы?
6. Приведите примеры устойчивых статистических закономерностей.
7. В каких системах процедуры фиксации и обработки статистических данных совмещаются с процедурами использования их результатов?
8. Для чего предназначены протоколы наблюдений и экспериментальные таблицы?
9. Какие параметры определяют размерность протокола наблюдений?
10. Как бороться с проблемой разнотипности данных, зафиксированных в протоколах наблюдений?
11. В чем заключается сущность проблемы пропущенных значений? Как с ней бороться?
12. Как интерпретируется зашумленность данных? Приведите примеры аддитивных и неаддитивных шумов.
13. В чем заключается причина искажения протокольных данных? Приведите примеры.
14. Сформулируйте основную цель обработки экспериментальных данных.
15. Чем отличается кластеризация от классификации?
16. Перечислите традиционные способы уменьшения размерности классификационной модели. Приведите примеры.
17. Приведите примеры постановки типичных задач, решаемых с помощью числовых статистических моделей.
18. Какую информацию можно извлечь из протокола наблюдения, зная закон распределения случайной величины?
19. В чем заключается разница между параметризованными и непараметризованными статистическими задачами?

Темы рефератов и эссе

- Непараметрические статистические задачи в экономике.
- Робастная статистика.
- Современная парадигма статистических измерений в России.

Глава 17. Выбор

Для решения проблемной ситуации необходимо раскрыть системность исследуемого объекта, процесса или явления. При этом любой объект исследования рассматривается как сложная система, движущаяся к некоторой цели (заранее определенной или объективно существующей). На каждом шаге этого целенаправленного движения необходимо делать выбор относительно действий, определяющих дальнейшую траекторию развития системы. Следовательно, выбор — это и есть управленческое решение, принимаемое в определенной точке траектории. Как принимается такое решение, какие моменты при этом учитываются, будет рассмотрено в этой главе.

17.1. Проблематика выбора

Выбор представляет собой действие, придающее целенаправленность динамике исследуемой системы. Он определяется моментом времени, когда представляется возможность реализовать одно действие из множества допустимых. При осуществлении функции выбора необходимо помнить, что, как правило, вернуться к состоянию системы, предшествующему выбору, будет нельзя. Способность делать правильный выбор — очень ценное качество, которое присуще людям в разной степени. Это одна из ключевых характеристик человека как активного элемента любой системы. Она позволяет выделить таланты в общей массе. Индивидуальный выбор, как известно, является результатом трех начал: рационального, эмоционального и культурного.

В *рациональном выборе* всегда заключена личная выгода, хотя эта его сторона не всегда очевидна для сторонних наблюдателей. Однако рациональный выбор — не всегда мудрый. Он отражает лишь выгоду принимающего решение человека на текущий момент времени. Мудрость же имеет моральный подтекст и учитывает последствия определенного действия для общества. К сожалению, рыночная экономика, как и демократия, делает только рациональный выбор. Побеждают не обязательно лучшие — побеждают те, кто лучше приспособлен к существующему порядку.

Эмоциональный выбор ассоциируется с понятием «красота» и чувством душевного волнения. Люди принимают много решений и совершают много поступков просто потому, что это увлекательно, интересно и сложно. Интерес и азарт, вызванные сложностью решаемых задач, часто становятся ключевыми критериями при при-

нятии решений. Известно, что победа приносит истинное удовольствие только тогда, когда она добыта тяжким трудом.

В отличие от рационального выбора, которым руководят ценности-средства, находящиеся вне человека, принимающего решение, эмоциональный выбор зависит от целей-ценностей, составляющих его внутреннее наполнение. В то время как рациональный выбор направлен на предотвращение риска, эмоциональный выбор, напротив, стремится навстречу неизвестности, трудностям и преградам.

Моральные нормы общества, членом которого является принимающий решение человек, определяет культура. Посредством «диктата» общепринятых ценностей культура оказывает глубокое воздействие на процессы выработки и реализации решения. Культура обеспечивает набор стандартных (принятых) ценностей, и, если по какой-то причине человек, принимающий решение, не сможет сделать обдуманный выбор, культура сделает это за него, предоставив ему решение из арсенала стандартных ценностей. При этом человек, принимая решение, чаще всего не осознает, что у него были альтернативы, а он реализовал *культурный выбор*. Таким образом, вектор развития целеустремленной системы во многом определяют ценности, а именно, то, чего стремятся достичь ее активные элементы своими целенаправленными действиями.

Стремление понять, что такое хороший выбор, и алгоритмически описать путь его поиска и осуществления составляет одну из ключевых задач системного анализа. На основании опыта моделирования процессов принятия решений текущую ситуацию в исследовании экономических систем можно описать следующим образом:

- полная формализация процесса поиска наилучшего решения возможна, но лишь для хорошо структурированных задач, которых в экономике немного;
- для решения слабо структурированных задач полностью формализованных алгоритмов не найдено;
- тем не менее опытные специалисты, как правило, делают хороший выбор, что свидетельствует о неявном существовании нужных алгоритмов.

Современная тенденция практики выбора состоит в сочетании способностей человека к решению неформализованных задач с возможностями математических методов и инструментальных средств поддержки принятия решений (информационно-поисковых систем, диалоговых систем, систем с искусственным интеллектом и т.д.).

Выбор представляет собой операцию над множеством альтернатив (множеством возможных действий), цель которой отобрать од-

но действие или подмножество допустимых действий, подлежащих реализации. Сужение множества возможных действий реализуемо, если имеется способ сравнения их между собой. В каждом таком способе предполагается наличие *критерия предпочтения*.

Обратим внимание на то, что при таком описании выбора мы посчитали уже осуществленными два чрезвычайно важных этапа системного анализа:

- формирование множества допустимых действий, на котором предстоит осуществлять выбор;
- определение целей, ради достижения которых осуществляется выбор.

В практике системного анализа реализация этих этапов связана с определенными трудностями, для преодоления которых используют специальные приемы и методы. Тем не менее пока будем считать, что исходное множество альтернатив, из которых требуется выбрать предпочтительные, уже задано и преследуемые нами цели определены настолько детально, что уже имеются критерии оценки и сравнения любых альтернатив.

Даже в такой упрощенной постановке проблема выбора нетривиальна и допускает существенно различающиеся математические постановки задачи. Дело в том, что каждая составляющая выбора может существовать или реализовываться в различных вариантах. Отметим основные из них:

- множество альтернатив может быть конечным, счетным или несчетным (континуальным);
- оценка альтернатив может осуществляться по одному или нескольким критериям, которые, в свою очередь, могут быть как количественными, так и качественными;
- режим выбора может быть однократным или повторяющимся (допускающим обучение на опыте);
- последствия выбора могут быть точно известны (выбор в условиях определенности), иметь вероятностный характер (выбор в условиях риска) или иметь непрогнозируемый исход (выбор в условиях неопределенности);
- ответственность за выбор может быть односторонней или многосторонней (соответственно различают индивидуальный и групповой выбор);
- степень согласованности решений при многостороннем выборе может варьироваться от полного совпадения интересов сторон (корпоративный выбор), через промежуточные варианты частичного несовпадения интересов (компромиссный

или коалиционный выбор), до полной противоположности интересов (конфликтный выбор).

Различные сочетания перечисленных вариантов приводят к различным задачам. Наиболее изученными и наиболее часто применяемыми являются задачи критериального выбора. Их суть заключается в том, что каждая конкретная альтернатива оценивается некоторым числовым значением и сравнение альтернатив сводится к сравнению соответствующих им критериальных значений. То есть считается, что для каждой альтернативы $x \in X$ (X — множество допустимых действий) может быть задана функция $q(x)$, называемая *критерием*, *функцией предпочтения*, или *функцией полезности*, которая позволяет сравнивать альтернативы (если $q(x_1) > q(x_2)$, то $x_1 > x_2$, и наоборот).

Если сделать еще одно важное предположение, что выбор любой альтернативы приводит к однозначно известным последствиям и заданный критерий $q(x)$ численно выражает оценку этих последствий, то наилучшей альтернативой x^* является та, которая обладает наибольшим значением

$$x^* = \arg \max_{x \in X} q(x).$$

Задача нахождения x^* простая по постановке, часто оказывается сложной для решения, которое зависит:

- от множества X ;
- размерности вектора x ;
- характера критерия $q(x)$ (функция или функционал).

Однако сложность поиска наилучшей альтернативы многократно возрастает, когда ее оценивают не по одному, а по нескольким критериям, качественно различающимся между собой. Например, при поиске сфер вложения капитала для получения прибыли необходимо учитывать множество критериев:

- прибыльность сферы (стремимся максимизировать);
- риск вложений (стремимся минимизировать);
- ликвидность вложений (стремимся максимизировать);
- время ликвидности (стремимся минимизировать).

Поэтому при решении такого рода задач всегда возникает вопрос: как осуществить выбор?

17.2. Постановка многокритериальной задачи оптимизации

Задача многокритериальной оптимизации формулируется следующим образом: пусть для оценивания альтернатив используется несколько критериев

$$q_1(x), q_2(x), \dots, q_I(x); x \in X, i = \overline{1, I} \quad (17.1)$$

где X — множество возможных альтернатив,
 I — число критериев.

Необходимо определить альтернативу $x^* \in X$, наилучшим образом удовлетворяющую все критерии $q_i(x)$, $i = \overline{1, I}$, т.е.

$$x^* \in X: q_i(x^*) = q_i^{\text{опт}}(x), i = \overline{1, I}.$$

Очевидно, что такая постановка задачи требует решения двух подзадач:

- выбора метода поиска лучшей альтернативы;
 - определения лучшей альтернативы выбранным методом.
- Рассмотрим существующие подходы к их решению.

17.3. Сведение к однокритериальной задаче

Первый способ состоит в том, чтобы многокритериальную задачу свести к однокритериальной. Это означает введение некоторого обобщенного критерия, представляющего собой некоторую скалярную функцию на множестве локальных критериев:

$$q(x) = q(q_1(x), q_2(x), \dots, q_I(x)). \quad (17.2)$$

Обобщенный критерий позволяет упорядочить альтернативы по величине q и выделить среди них наилучшую по x (в смысле этого критерия). Вид функции q определяется тем, как мы представляем себе вклад каждого локального критерия в обобщенный критерий. Обычно используют аддитивный критерий

$$q = \sum_{i=1}^I \alpha_i q_i / s_i, \quad (17.3)$$

где s_i — коэффициенты, обеспечивающие безразмерность величин (q_i/s_i) , поскольку частные критерии могут иметь разную размерность и тогда операция сложения не имеет смысла;

α_i — отражает относительный вклад частных критериев в обобщенный критерий.

Значительно реже применяют мультипликативный критерий

$$q = \prod_{i=1}^I \beta_i q_i / s_i, \quad (17.4)$$

где β_i — аналог вероятности максимального удовлетворения критерия q_i , что автоматически требует выполнения условия

$$\beta_i q_i / s_i \leq 1. \quad (17.5)$$

При таких видах обобщенного критерия задача сводится к его максимизации

$$x^* = \arg \max_{x \in X} q(q_1(x), q_2(x), \dots, q_I(x)). \quad (17.6)$$

Очевидные достоинства свертывания нескольких критериев в один объединенный сопровождаются рядом трудностей и отрицательных моментов, которые необходимо учитывать при использовании этого метода. Главная трудность заключается в том, что упорядочение точек в многомерном пространстве не может быть однозначным. Объединенный критерий играет роль упорядочивающей функции, и иногда его даже небольшое изменение может привести к тому, что оптимальная в новом смысле альтернатива окажется сильно отличающейся от старой (рис. 17.1).

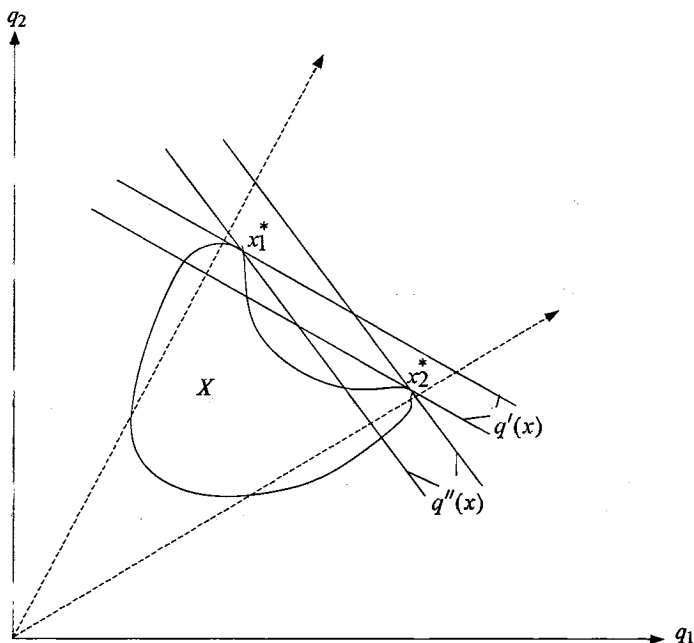


Рис. 17.1. Оптимизация по объединенному критерию

На рисунке видно, как изменяется выбор наилучшей альтернативы при простой смене коэффициентов в линейной упорядочивающей функции (17.3), что отражается в изменении наклона соответствующей прямой:

$$q'(x_1^*) > q'(x_2^*), \text{ но } q''(x_1^*) < q''(x_2^*).$$

Заметим, что линейные комбинации частных критериев придают упорядочению следующий смысл: чем дальше от нуля в заданном направлении, тем лучше. На рис. 17.1 направления, соответствующие критериям q' и q'' , показаны стрелками. Идея такого упорядочивания в многомерном пространстве заложена в некоторых балльных системах оценки.

Другой вариант поиска альтернативы, самой удаленной от нуля в заданном направлении, дает максимизация минимального критерия

$$x^* = \arg \max_{x \in X} \left\{ \min_i \left[\frac{\alpha_i q_i(x)}{s_i} \right] \right\}, \quad (17.7)$$

это означает, что поиск ведется вокруг направления $\alpha_i q_i / s_i = \text{const}$ методом «подтягивания самого отстающего».

17.4. Условная оптимизация

Недостатки свертывания нескольких критериев заставляют искать другие подходы к решению многокритериальных задач. В основу одного из них, названного *методом условной оптимизации*, положен тот факт, что частные критерии обычно неравнозначны. Тогда выделяется наиболее важный критерий в качестве головного, а остальные рассматриваются как дополнительные. Такое различие критериев позволяет сформулировать задачу поиска условного экстремума основного критерия (для простоты записи примем, что головным является первый критерий; если это и не так, то мы всегда головной критерий можем переместить на первую позицию):

$$x^* = \arg \left\{ \max_{x \in X} q_1(x) : q_i(x) = c_i, \quad i = 2, 3, \dots, I. \right\} \quad (17.8)$$

На рис. 17.2 приведено решение задачи

$$x_1^* = \arg \left\{ \max_x q_2(x) : q_1(x) = c \right\}.$$

Как правило, в экономических задачах ограничения на дополнительные критерии задаются в виде неравенств:

$$x^* = \arg \left\{ \max_{x \in X} q_1(x) : q_i(x) \leq c_i, \quad i = 2, 3, \dots, I \right\}. \quad (17.9)$$

Для иллюстрации этого варианта на рис. (17.2) приведено решение задачи

$$x_2^* = \arg \left\{ \max_x q_2(x) : q_1(x) \leq c \right\}.$$

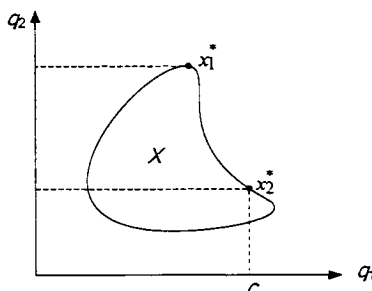


Рис. 17.2. Условная оптимизация

Такое, казалось бы, незначительное изменение постановки задачи требует принципиально иных методов ее решения, с одной стороны, и приводит к абсолютно новому результату — с другой.

17.5. Метод уступок

Если равнозначность критериев выражена слабо и пользователь готов допустить снижение значений более важных критериев, чтобы добиться повышения значений менее важных, то для решения многокритериальной задачи прибегают к *методу уступок*.

Идею этого метода можно изложить следующим образом. Пусть частные критерии пронумерованы в порядке убывания их важности. Берут первый из них и находят наилучшую для него альтернативу. На рис. 17.3 x_1^* , если самым важным является критерий q_2 , и x_3^* , если самым важным является q_1 .

Далее, если число критериев больше двух, определяется уступка по только что максимизированному критерию и максимизируется следующий по важности критерий.

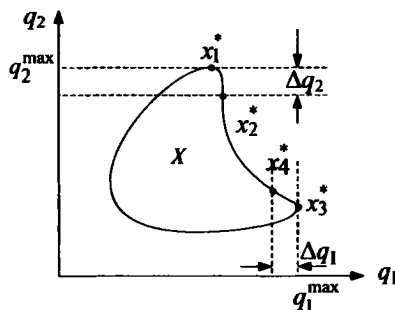


Рис. 17.3. Метод уступок

Так, если самым важным является критерий q_2 , то уступка составит величину Δq_2 , а значение аргумента, при котором достигается максимальное значение q_2 с учетом уступки, будет равно x_2^* . Аналогично, если самым важным является критерий q_1 , то уступка составит величину Δq_1 , а значение аргумента, при котором достигается максимальное значение q_1 с учетом этой уступки, будет равно x_4^* .

Процедура повторяется до тех пор, пока не будут перебраны все более или менее важные критерии или перечень критериев не закончится.

Если разница между критериями очень существенна, то ни о каких уступках не может быть и речи. В этой ситуации альтернативы сравниваются жестко по каждому критерию. Если по первому критерию альтернативы равны, в расчет берется второй критерий, если равны по второму — третий и т.д. В таких случаях выбор довольно часто заканчивается на первом же шаге.

17.6. Поиск альтернативы с заданными свойствами

Четвертый способ многокритериального выбора относится к случаю, когда заранее могут быть указаны значения или границы частных критериев и задача заключается в том, чтобы найти альтернативу, удовлетворяющую этим требованиям, либо, установив, что такая альтернатива на множестве X отсутствует, найти альтернативу, которая ближе всего к поставленным целям.

Назначаемые значения величин $\bar{q}_i (i = \overline{1, I})$ называют *уровнями притязаний*, а точку их пересечения в I -мерном пространстве критериев — *целью, идеальной точкой* или *опорной точкой*. Поскольку уровни притязаний задаются без точного знания структуры множества X в пространстве частных критериев, целевая точка x^* может оказаться как внутри области X , так и вне ее, что соответствует достижимой и недостижимой цели (рис. 17.4).

Идея оптимизации заключается в том, чтобы, начав с любой альтернативы x , приближаться к x^* по некоторой траектории в пространстве X . Это достигается введением числовой меры близости между очередной альтернативой x и целью x^* , т.е. между векторами

$$\begin{cases} q(x) = (q_1(x), q_2(x), \dots, q_I(x)); \\ \bar{q} = (\bar{q}_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_I). \end{cases} \quad (17.10)$$

Можно по-разному выразить эту близость. Наиболее часто пользуются выражением для описания расстояния

$$d(q, \bar{q}) = \sum_{i=1}^I \alpha_i |q_i(x) - \bar{q}_i|$$

или

$$d(q, \bar{q}) = \left\{ \sum_{i=1}^I \alpha_i [q_i(x) - \bar{q}_i]^2 \right\}^{\frac{1}{2}},$$

где α_i — коэффициенты, приводящие слагаемые к одинаковой размерности и учитывающие разноточность критериев.

Таким образом, двигаясь в направлении уменьшения расстояния между векторами (17.10) мы, в конце концов, достигнем искомой альтернативы x^* : $q_1(x^*), q_2(x^*), \dots, q_I(x^*) = \bar{q}_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_I$ — или убедимся, выйдя на границу области X и не достигнув заданного значения вектора $\bar{q}$, что в заданной области такая альтернатива отсутствует.

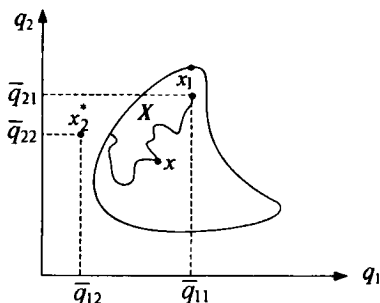


Рис. 17.4. Поиск альтернативы, обеспечивающей заданные уровни притязаний

17.7. Нахождение множества Парето

Пятый полностью формализуемый способ многокритериального выбора состоит в отказе от выделения единственной наилучшей альтернативы и соглашения о том, что предпочтение одной альтернативы перед другой можно отдавать только в случае, если первая по всем критериям лучше второй. Если же предпочтение хотя бы по одному критерию расходится с предпочтением по другим критериям, то такие альтернативы признаются *несравнимыми*.

В результате попарного сравнения альтернатив все худшие по всем критериям альтернативы отбрасываются, а все оставшиеся несравнимые между собой принимаются. Если все максимально достижимые значения частных критериев не относятся к одной альтернативе, то принятые альтернативы образуют *множество Парето* и выбор на этом заканчивается. На рис 17.5 множество Парето выделено жирной линией.

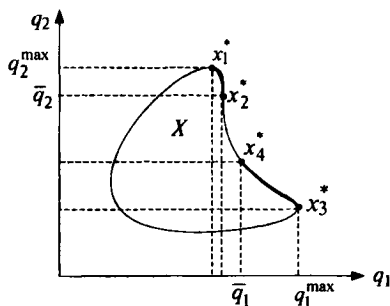


Рис. 17.5. Оптимизация по Парето

При необходимости же выбора единственной альтернативы привлекают дополнительные средства: вводят добавочные критерии и ограничения, прибегают к услугам экспертов либо просто бросают жребий.

Возможны и другие постановки многокритериальных задач. Однако и приведенных выше достаточно для констатации того, что для общей задачи многокритериальной оптимизации единственного решения не существует, а ее частные постановки, имеющие единственные решения, приводят к разным результатам. Поэтому лицо, принимающее решение, должно с большим вниманием относиться прежде всего к постановке задачи, к тому, в какой степени сформулированная постановка соответствует стоящей перед ним проблеме.

Резюме

Приведенные здесь математическая постановка общей задачи выбора и частные варианты решения задачи многокритериальной оптимизации, к сожалению, имеют очень ограниченное применение в практической экономике. Сложность реальных задач многокритериального выбора не позволяет втиснуть их в теоретические математические выкладки. Тем не менее сама математическая постановка задачи выбора, требующая надлежащего структурирования предметной области, и результат ее решения, позволяющий видеть тенденцию развития ситуации, являются серьезным подспорьем в решении исследуемой проблемы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается системная сущность выбора?
2. Дайте определение понятию «выбор». Эквивалентны ли понятия «выбор» и «управление»?
3. В чем заключается специфика практики выбора? Перечислите основные характеристики процедуры выбора и дайте им пояснения?
4. Чем обусловлена множественность постановки задачи выбора?
5. В чем сущность задачи критериального выбора? От чего зависит способ решения задачи критериального выбора?
6. Приведите примеры экономических задач однокритериальной оптимизации.
7. Приведите общую математическую постановку задачи многокритериальной оптимизации.

8. Перечислите известные вам методы решения задачи многокритериальной оптимизации.
9. Как свести задачу многокритериальной оптимизации к однокритериальной задаче?
10. Перечислите и охарактеризуйте наиболее распространенные методы «свертки критериев». В чем заключается опасность использования этих методов.
11. Приведите математическую запись варианта «подтягивания отстающего» как метода решения многокритериальной задачи.
12. Раскройте сущность метода условной оптимизации.
13. При каких условиях применим метод уступок для решения многокритериальной задачи. В чем заключается его сущность?
14. В чем заключается метод поиска альтернативы с заданными свойствами? Как он реализуется?
15. Как определяется расстояние между текущей и искомой альтернативами?
16. В чем сущность оптимизации по Парето?

Темы рефератов и эссе

- Экономические задачи однокритериальной оптимизации: постановка и методы решения.
- Системный анализ балльной оценки спортивных результатов (на примере фигурного катания).
- Многокритериальные экономические задачи: постановка и методы решения.

Глава 18. Выбор в условиях неопределенности

Ранее мы рассматривали процедуру выбора в таких условиях, когда последствия сделанного выбора были определены однозначно. Выбор одной из альтернатив $x \in X$ был связан с известным для осуществляющего выбор однозначным следствием, и вся процедура выбора заключалась в сравнении разных следствий или альтернатив.

В реальной практике нередко приходится иметь дело с более сложной ситуацией, когда выбор альтернативы неоднозначно определяет последствия сделанного выбора. Другими словами, для каждой альтернативы $x_i \in X, i = \overline{1, I}$ существует множество возможных исходов $y_j \in Y, j = \overline{1, J}$, из которых один окажется совмещенным с выбранной альтернативой, но какой именно — в момент выбора неизвестно. Это станет известно позже, когда выбор уже сделан и изменить ничего нельзя.

18.1. Выбор в условиях неопределенности с дискретным набором альтернатив и исходов

Если с каждой альтернативой $x_i \in X$ связано одно и то же множество исходов $y_j \in Y$, но для разных альтернатив одинаковые исходы имеют разные значения, то такой выбор называют *выбором в условиях неопределенности с дискретным набором альтернатив и исходов*. В этом случае процедуру выбора можно описать с помощью матрицы

$$Q = \begin{pmatrix} y_1 & y_2 & \dots & y_j & \dots & y_J \\ q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1j} & \dots & q_{1J} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2j} & \dots & q_{2J} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{i1} & q_{i2} & \dots & q_{ij} & \dots & q_{iJ} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{J1} & q_{J2} & \dots & q_{Jj} & \dots & q_{JJ} \end{pmatrix} \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_i \\ \dots \\ x_J \end{matrix}.$$

Элементы этой матрицы q_{ij} выражают оценку ситуации, когда сделан выбор альтернативы x_i и реализовался исход y_j . В одних случаях величины q_{ij} характеризуют «выигрыши», в других — «проигрыши», в третьих — «платежи» — все зависит от экономической сущности исходной задачи.

Если все строки $q_i = (q_{i1}, q_{i2}, \dots, q_{ij}, \dots, q_{iJ})$ при любых $i = \overline{1, I}$ одинаковы, то проблемы выбора между альтернативами не существует. Если же строки матрицы Q различны, то возникает вопрос, какую альтернативу предпочесть, не зная заранее, какой из исходов реализуется.

В такой постановке задача выбора решается с помощью аппарата теории игр. В нашем случае X — это множество альтернатив, на котором осуществляет выбор первый игрок. Выбираемые альтернативы еще называют *ходами*. Исходы $y_j \in Y, j = \overline{1, J}$ можно интерпретировать как возможные состояния природы. Это означает, что в качестве второго (пассивного) игрока выбрана природа. Желательность каждой альтернативы (каждого хода) x_i зависит от того, каково состояние природы. Но узнать каково оно, мы сможем лишь после того, как сделаем выбор. Чтобы сделать правильный (эффективный) выбор, активный игрок руководствуется определенными правилами, которые называются *стратегией игры*. Как разработать эффективную стратегию, рассматривается в курсе «Теория игр». Приведенная здесь задача укладывается в простейший класс игровых задач, который так и называется: игры с природой.

В другом классе задач предполагается, что исходы y_j образуют множество альтернатив Y , на котором выбор осуществляет второй игрок. Здесь второй игрок преследует свои интересы, отличные от интересов первого игрока. В этом случае матрицы $Q = \|q_{ij}\|$, которая представляет собой оценки ситуаций с точки зрения первого игрока, выбирающего ходы $x_i \in X$, уже недостаточно для описания всей игры. Необходимо задать и вторую матрицу $U = \|u_{ij}\|$, описывающую игру с позиций второго игрока.

Расхождение между матрицами Q и U определяется степенью антагонизма игроков. Если $q_{ij} + u_{ij} = \text{const}$ для всех i и j , то соперничество называется *строгим*. В случае $q_{ij} + u_{ij} = 0$ имеем игру с *нулевой суммой*. Можно представить себе игры, где выигрыши и проигрыши сторон не связаны линейно, и это будет отражать усиление или ослабление конфронтации сторон. Представляют интерес игры с большим числом участников, когда допускается образование коалиций между ними и т.д. Естественно, разная постановка задачи требует разных методов решения и дает разные результаты. Все эти и другие задачи исследуются и решаются в рамках теории игр.

Если X и Y — непрерывные множества, то для описания игры на этих множествах задаются функции $q(x, y), u(x, y)$, $x \in X, y \in Y$ и ставится задача поиска эффективной альтернативы x . Алгоритм этого поиска будет отличаться от аналогичного алгоритма поиска в случае дискретных множеств X и Y .

18.2. Подходы к решению игровых задач выбора в условиях неопределенности

Центральным моментом в решении игровых задач является определение критерия оценки выбираемого варианта. В силу неопределенности исхода нужно дать оценку сразу целой строке платежной матрицы. Только имея такие оценки для всех строк, мы можем сравнивать их между собой и делать выбор. Наиболее распространенными критериями выбора являются максиминный и минимаксный критерии.

Образно говоря, *максиминный критерий* является выбором «лучшего из худших». Его суть заключается в следующем:

- в каждой строке матрицы платежей находится наименьший выигрыш $\min q_{ij}$, который характеризует гарантированный выигрыш в самом худшем случае и принимается за оценку альтернативы x_i ;
- находится альтернатива x^* , обеспечивающая наибольшее значение этой оценки

$$x^* = \arg \max_i \min_j q_{ij}.$$

Эта альтернатива и является оптимальной по максиминному критерию.

Если игра задается не матрицей выигрышей, а матрицей проигрышей, то используют *минимаксный критерий* — «выбор меньшего из зол»:

$$x^* = \arg \min_i \max_j q_{ij}.$$

Минимаксный критерий является крайне осторожным, очень пессимистическим, поэтому при решении практических задач используются другие критерии, например критерий *минимального сожаления Седвиджа*. Для этого по платежной матрице Q вычисляется «матрица сожалений» S , элементы которой определяются как

$$s_{ij} = q_{ij} - \min_i q_{ij},$$

и минимаксный критерий применяется к матрице S

$$x^* = \arg \min_i \max_j s_{ij}.$$

Дальнейшее ослабление пессимистичности оценки альтернатив дает критерий *пессимизма-оптимизма Гурвица*. Он сводится к поиску взвешенной комбинации наилучшего и наихудшего исходов. За оценку альтернативы x_i принимается величина

$$g(x_i) = \lambda \min_j q_{ij} + (1 - \lambda) \max_j q_{ij}, \quad 0 \leq \lambda \leq 1.$$

Параметр λ называется параметром пессимизма-оптимизма.

Очевидно, что при $\lambda = 0$ имеем снова максиминный критерий.

$$x^* = \arg \max_j q_{ij},$$

а при $\alpha = 1$ — минимаксный критерий

$$x^* = \arg \min_j q_{ij}.$$

Некоторые рекомендации по выбору значения параметра λ , можно найти в литературе.

Что касается методов решения игровых задач, то они очень многообразны. Классическим считается метод *седловой точки*. Его суть заключается в следующем*.

Пусть имеется игра с континуальными множествами X и Y , строгим соперничеством сторон и нулевой суммой. Для задания такой игры достаточно лишь одной функции платежей $q(x, y)$, которую один игрок старается максимизировать по x , а другой — минимизировать по y .

В случае, когда выполняется условие

$$\min_{x \in X} \max_{y \in Y} q(x, y) = \min_{y \in Y} \max_{x \in X} q(x, y),$$

одновременно удовлетворяются амбиции обоих игроков. Эта точка равновесия интересов сторон и называется *седловой*. Отход от этой точки невыгоден обеим сторонам, так что ее нахождение решает игру.

Однако на практике часто встречаются игры без седловой точки. В такой ситуации становится выгодным скрывать от противника свой выбор и свой способ выбора (стратегию). Решение этого класса игровых задач достигается введением *смешанной* стратегии. В отличие от чистой стратегии, при которой альтернатива выбира-

* См., например: *Лабекер Л.Г.* Теория критериев оптимальности и экономические решения. М.: КНОрус, 2008.

ется однозначно по детерминированному правилу, в смешанной стратегии предполагается задание лишь вероятностей выбора альтернатив, а сам выбор будет осуществляться случайным механизмом, подчиняющимся заданному распределению. В результате получаемый выигрыш становится случайной величиной и сравнение значений можно вести лишь через средние значения выигрыша (математическое ожидание выигрыша). Оказывается, что любые матричные игры со строгим соперничеством имеют решения в смешанных стратегиях.

Решение матричной игры можно свести к решению задачи линейного программирования, что приводит к взаимообогащению обеих математических дисциплин — теории игр и математического программирования.

18.3. Выбор в условиях статистической неопределенности

Существует класс задач выбора, в которых неопределенность сохраняется и после того, как проделана серия наблюдений и измерений. Дело в том, что данные, полученные в результате эксперимента, связаны с интересующим нас аспектом системы, процесса или явления не непосредственно и однозначно, а опосредованно и в совокупности с другими неконтролируемыми факторами. В таких задачах необходимо сделать выбор на основании косвенных или прямых, но обязательно зашумленных данных. Например, многократное взвешивание предмета для высокоточного определения его веса, постановка диагноза болезни на основании данных анализов, аппроксимация тренда кривой и т.п.

Основным и самым важным предположением для формализации таких задач является предположение о статистичности экспериментальных данных. Оно состоит в том, что связь между истинной, но неизвестной искомой альтернативой θ и наблюдаемыми данными $x_1, x_2, \dots, x_I$ адекватно описывается функцией распределения вероятностей $F(x_1, x_2, \dots, x_I / \theta)$ или плотностью вероятностей $f(x_1, x_2, \dots, x_I / \theta)$, если $x_i, i = \overline{1, I}$ — непрерывные величины, а функция F — дифференцируемая. Другими словами, считается, что выборка наблюдений $x_1, x_2, \dots, x_I$ принадлежит статистическому ансамблю всевозможных выборок, на котором задано распределение вероятностей и это распределение различно для различных θ , что и обеспечивает наличие информации о θ в выборке $x_1, x_2, \dots, x_I$.

Вопрос состоит в том, как извлечь эту информацию, т.е. как сделать выбор на множестве Θ (множестве возможных закономерностей) или как принять статистическое решение.

Напрашивается естественное желание свести эту задачу к задаче игры с природой. Для этого выбор $\bar{\theta}$ на Θ и действительное состояние природы θ можно в совокупности охарактеризовать функцией потерь $l(\bar{\theta}, \theta)$, которую и рассматривать как платежную функцию игры.

Однако теоретико-игровой подход в статистике не нашел широкого практического применения. Решение такого рода задач, как правило, реализуется с помощью методов математической статистики, которая стала развиваться задолго до теории игр и достигла значительных успехов.

Общая схема принятия статистических решений приведена на рис. 18.1. На этой схеме точкой $\theta \in \Theta$ изображено то, что нам неизвестно и необходимо определить; Θ — множество всех предполагаемых возможностей относительно θ . Точкой $x \in X$ изображена выборка (протокол наблюдений) $x = (x_1, \dots, x_l)$; X — множество всех возможных выборок.

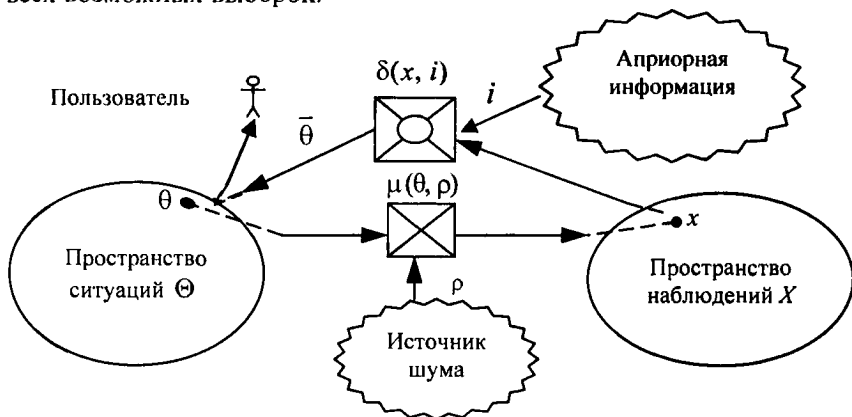


Рис. 18.1. Общая схема принятия статистических решений

На реализовавшееся значение выборки оказывает влияние не только искомая величина θ , но и совокупность случайных факторов ρ . Факт этого влияния изображен на схеме как результат совместного отображения θ и ρ в пространство X с помощью опера-

тора $\mu: x = \mu(\theta, \rho)$. Зная x , мы должны сделать выбор относительно θ , т.е. принять решение, какую альтернативу из множества Θ мы будем считать истинной.

Процедура выбора изображена как действие некоторого оператора δ над выборкой x : каждой выборке x этот оператор, называемый еще *решающей функцией*, ставит в соответствие решение $\bar{\theta} = \delta(x, i)$ (аргумент i введен для того, чтобы подчеркнуть, что одну и ту же выборку можно обрабатывать по-разному, получая решения разного качества, и чтобы сделать акцент на том, что качество решения зависит не только от того, какой протокол обрабатывается, но и от того, какие априорные предположения вошли в структуру алгоритма).

Итак, и проблема синтеза статистических процедур (построения решающих функций), и проблема анализа их качества (оценивание степени близости между $\bar{\theta}$ и θ) тесно связаны с ролью априорной информации. В состав априорной информации включаются любые сведения, имеющиеся до того, как мы приступили к синтезу новой процедуры δ .

Конкретные априорные сведения характеризуют:

- пространство ситуаций Θ ;
- природу шумов ρ ;
- оператор μ , определяющий характер взаимодействия θ и ρ ;
- пространство наблюдений X ;
- требования потребителя к качеству решений.

Априорная информация может быть более или менее полной и точной. В зависимости от этого по-разному ставятся и решаются статистические задачи выбора. Разным уровням априорной информации соответствуют разные специфические ветви математической статистики (баесовская статистика, метод максимального правдоподобия, непараметрическая статистика).

Резюме

Приведенные в этой главе постановки задачи выбора намного ближе к реальной жизни, чем постановки предыдущей главы. Скудные сведения о подходах к их решению позволяют догадаться, что эти подходы непросты и далеко не однозначны. Более того, методы решения одной и той же задачи могут сильно различаться и даже описываться в различных разделах математической науки. Напрашивается один неутешительный вывод: задачи реальной жизни сложны и простыми методами не решаются.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность выбора в условиях неопределенности?
2. Как описывается процедура выбора в условиях неопределенности с известным числом альтернатив и исходов?
3. Что представляет собой альтернатива в матричной игре?
4. Эквивалентны ли понятия «ход» и «альтернатива» в теории игр?
5. Как называется свод правил, которыми руководствуется активный участник игры?
6. В каких случаях для описания игры достаточно одной матрицы?
7. Перечислите известные вам классы игровых задач и дайте им смысловую интерпретацию.
8. Приведите метафоры наиболее распространенных критериев выбора в теории игр.
9. Запишите выражение для определения минимаксного критерия. Дайте пояснение.
10. Запишите выражение для определения максиминного критерия. Дайте пояснение.
11. Приведите известные вам варианты уменьшения пессимизма минимаксного критерия.
12. В чем заключается содержательный смысл параметра λ в критерии пессимизма-оптимизма Гурвица?
13. Как называется и в чем заключается классический метод решения игровых задач?
14. В чем заключается смешанная стратегия решения игровых задач?
15. Придумайте пример сведения матричной игры к задаче линейного программирования.
16. Приведите пример классической постановки задачи выбора в условиях статистической неопределенности.
17. В чем заключается сущность статистичности экспериментальных данных?
18. Придумайте пример постановки задачи статистического выбора в терминологии теории игр.
19. Приведите общую схему решения задачи статистического выбора. Дайте необходимые пояснения.
20. Что такое априорная информация, сопровождающая решения задач статистического выбора. В чем заключается ее смысловое содержание?

Темы рефератов и эссе

- Байесовская статистика.
- Предметная область метода максимального правдоподобия.
- Экономические задачи непараметрической статистики.

Глава 19. Методы группового выбора

Единоличное принятие решения — не единственная форма выбора. При решении действительно сложных проблем часто прибегают к услугам экспертов. Основная идея экспертных методов состоит в том, чтобы использовать опыт, интуицию и знания людей для поиска приемлемых альтернатив решения слабоформализованных задач. В этой главе мы остановимся на основных условиях проведения экспертиз, подходах к формированию круга экспертов, существующих методиках экспертных исследований, а также методах обработки и использования полученных результатов. Особое внимание будет уделено вопросам голосования, которое в данном случае трактуется как расширенная экспертиза.

19.1. Условия проведения экспертизы

Поскольку все групповые методы выбора опираются на интеллект, а эффективность интеллектуальной деятельности в сильной степени зависит от многих внутренних и внешних факторов, то в методиках организации экспертных исследований особое место уделяется созданию благоприятных условий для работы экспертов. Коротко остановимся на ключевых условиях, выполнение которых позволяет в значительной мере нейтрализовать факторы, неблагоприятно влияющие на работу экспертов.

Прежде всего эксперты должны быть освобождены от *ответственности за последствия* использования результатов экспертизы. И дело не только в том, что лицо, принимающее решения, в интересах которого и проводится экспертиза, не должно возлагать ответственность на других, но и в том, что сама ответственность налагает психологические ограничения на характер выбора, а этого на стадии оценки альтернатив желательно избежать.

Необходимо также установить, не существует ли *личной заинтересованности* потенциальных экспертов в том или ином исходе экспертизы. Наличие причин, которые могут повлиять на сознательный выбор эксперта, является веским основанием для исключения его из состава экспертов при формировании экспертной группы.

Далее необходимо учитывать, что оценка эксперта может зависеть от его *взаимоотношений с другими* экспертами, от того факта, известна или неизвестна его оценка другим экспертам. При этом необходимо помнить, что межличностные отношения и взаимодействие между экспертами могут как стимулировать, так и подавлять их деятельность. Учитывая это, в разных обстоятельствах используют разные методики, характеризующиеся разной степенью влияния экспертов друг на друга.

Большое влияние на оценки эксперта оказывают его *личные качества* (эгоизм, конформизм, самооценка, житейская мудрость) и профессиональные качества (образование, опыт работы, умение ставить задачи и принимать решения). При формировании экспертных групп стремятся собрать экспертов с разными как профессиональными, так и личными качествами.

Выполнение перечисленных условий в каждом конкретном случае в большей или меньшей степени будет гарантировать качественный состав экспертной группы, а следовательно, широкий спектр оценок исследуемого явления (процесса, системы), на основе которого может быть сформировано обширное множество допустимых альтернатив или выбрана одна единственная альтернатива, подлежащая реализации.

19.2. Методы обработки оценок экспертов

Каждый метод экспертных оценок является комплексным и кроме описания способа формирования группы экспертов и непосредственной организации экспертного процесса включает в себя описание технологических приемов обработки экспертных данных. Несмотря на специфику этих приемов в каждом методе экспертизы, все они базируются на некоторых общих подходах, которые рассматриваются в этом параграфе.

Первый подход касается обработки экспертных данных, измеряемых в числовых шкалах. Пусть z_{ij} — оценка i -й альтернативы j -м экспертом ($(i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J})$). Оценки $z_{1i}, z_{2i}, \dots, z_{ji}$ можно рассматривать как измерения искомой истинной характеристики z_i^* , считая отклонения $(z_{ij} - z_i^*), j = \overline{1, J}$ случайными величинами. В качестве их приближения обычно используют выборочное среднее

$$\bar{z}_i = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J z_{ij}, \quad i = \overline{1, I}.$$

Сложнее дело обстоит, если альтернативы нельзя оценить одним показателем и экспертам предлагается оценить каждую альтернативу по нескольким показателям. Например, каждое выступление в фигурном катании оценивается двумя оценками (за технику и за художественную композицию), оценка качества промышленного изделия может включать до десятка показателей, отражающих его потребительские, эстетические, эргономические свойства и характеристики и т.д. В этом случае имеется набор значений z_{ij}^k , где k — номер признака. Кроме оценок этих значений экспер-

тов просят оценить степень важности каждого показателя λ_i^k . Тогда выборочные средние определяются по формуле

$$\bar{z}_i = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \lambda_j^k z_{ij}^k, \quad i = \overline{1, I}.$$

В случае неоднородности экспертной группы естественно придать разные веса мнениям экспертов, имеющих разную компетенцию и разные уровни квалификации. Определение компетенции каждого эксперта $\alpha_j, j = \overline{1, J}$ можно поручить самим экспертам. Пусть l -й эксперт оценивает компетентность других экспертов числами $0 \leq \alpha_{lj} \leq 1$ (где l — бегущий индекс оценивающего эксперта $l = \overline{1, J}$, J — число экспертов в экспертной группе). Собственную компетенцию каждый эксперт оценит числом $\alpha_{ll}, (l = \overline{1, J})$. В этом случае среднее дает

$$\alpha_j = \sum_{l=1}^J (\alpha_{lj} / \sum_{p=1}^J \alpha_{lp}),$$

а выборочные средние принимают следующие значения:

$$\bar{z}_i = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \alpha_j \lambda_j^k z_{ij}^k, \quad i = \overline{1, I}.$$

В тех случаях, когда значения экспертных оценок фиксируются в порядковой шкале, возможность в арифметической обработке исходных данных отпадает, а от экспертов требуют лишь упорядочения возможных альтернатив. В этом случае переходят к определению абсолютных (τ_i) и относительных (n_i) частот предпочтений каждой альтернативы:

$$\tau = \sum_{j=1}^J \sigma_{ij};$$

$$n_i = \tau_i / I, \quad i = \overline{1, I},$$

либо к вычислению рангов (R_i) каждой альтернативы в упорядоченной совокупности их относительных частот:

$$R_i = n_i / I, \quad i = \overline{1, I},$$

где σ_{ij} — индикаторная переменная, определяемая по правилу

$$\sigma_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если альтернатива с индексом } i \text{ предпочтительнее, чем} \\ & \text{альтернатива с индексом } j \text{ или эквивалентна ей;} \\ 0 & \text{— в противном случае.} \end{cases}$$

Иногда находят медианную альтернативу (т.е. альтернативу с рангом R_i , ближайшим к числу $I/2$) или вычисляют расстояние между ранжированиями альтернатив.

Более глубокие сведения о сравниваемых альтернативах можно получить, изучая тонкую структуру суждений экспертов. Дело в том, что оценки экспертов разбросаны в пространстве критериев или упорядочений неравномерно. Это позволяет выделить несколько кластеров, т.е. кучно расположенных оценок, и обнаружить «выбросы», т.е. далеко стоящие от кластеров оценки.

Дальнейший анализ может заключаться в увязке анкетных данных с выделенными кластерами, определении их транспарентности и различий. Возможен и более глубокий анализ расхождений экспертов во мнениях.

19.3. Метод Дельфи

Метод Дельфи получил название от греческого города Дельфы, который прославился в древности своим оракулом. В его основу положены три принципа:

- анонимности;
- обратной связи;
- группового ответа.

Анонимность обеспечивается индивидуальным опросом каждого эксперта, а также отсутствием идентификации оценок экспертов и приводимой ими аргументации. *Обратная связь* обеспечивается доведением до участников экспертизы результатов каждого промежуточного тура опроса в виде усредненных статистических значений. Ключевым требованием к *групповому ответу*, который также формируется с помощью статистических методов, является правильное отражение мнения каждого эксперта.

Технологически метод Дельфи представляет собой ряд (от двух до четырех) последовательных туров опросов. В каждом туре кроме проведения опроса экспертов и сбора экспертных данных предполагается статистическая и аналитическая обработка данных, а также доведение ее результатов до сведений экспертов. Аналитической обработке подвергаются содержательные ответы экспертов, в которых они аргументируют свои оценки.

Метод Дельфи выдвигает очень жесткое требование к опросной анкете. Оно заключается в том, что все содержащиеся в ней вопросы должны сводиться к количественной оценке и допускать возможность выражения ответа в числовой форме. Это означает, что в опросную анкету можно включать вопросы, касающиеся времени наступления некоторых событий (когда будет создан первый обра-

зец нового изделия), количественных значений прогнозируемых характеристик (каково ожидается значение показателя производительности труда к 2020 г.), вероятностей наступления некоторых событий (какова вероятность успешной высадки человека на Марс в 2015 г.) или влияния отдельных факторов на исследуемую систему по некоторой шкале (какова будет процентная доля когнитивной составляющей в продукции корпорации на конец 2012 г.) и не разрешается включать вопросы, требующие содержательных ответов, которые могут использоваться как аргументация к ответам числового характера.

В классическом варианте метода Дельфи предполагается работа с чистого листа. Это означает, что анкета, предоставляемая экспертам в первом туре, кроме общей формулировки задания экспертизы, ничего не содержит. Основная задача первого тура в том и заключается, чтобы выработать структуру опросной анкеты, которая впоследствии будет использоваться для проведения экспертизы. Например, при прогнозировании научно-технического развития человечества в первом туре необходимо определить основные направления науки, которые в обозримой перспективе будут существенно влиять на содержание и качество нашей жизни, а также ближайшие важные события по каждому направлению (открытие, достижение пороговых значений ключевых параметров технических устройств, появление новых технологий и т.п.). Заполненные анкеты, представляющие собой, по существу, сочинения на заданную тему, поступают организаторам экспертизы, которые идентифицируют направления, события и разрабатывают окончательные перечни тех и других, что и ляжет в основу второй опросной анкеты.

Работа по структурированию исходного задания экспертизы, как правило, выполняется «за кадром». Поскольку нет гарантий, что структура анкеты, разработанная группой экспертов в течение первого тура опроса, будет соответствовать требованиям организатора экспертизы, то организатор разрабатывает опросную анкету самостоятельно либо привлекает для этого сторонних специалистов. При таком подходе работа экспертов фактически начинается со второго тура (если следовать этапам классического подхода).

Экспертам направляют опросные анкеты, например сводный перечень событий по основным направлениям научно-технического развития, просят дать ответы на содержащиеся в них вопросы и привести их аргументацию. В нашем примере необходимо оценить даты, когда могут произойти важные события в науке и технике.

Заполненные экспертами анкеты подвергаются статистической обработке и содержательному анализу. В первую очередь форми-

руются статистические ряды и вычисляются *медианы* и *квартили*. Напомним, что за медиану принимается средний член ряда, по отношению к которому число оценок с начала и конца ряда будет одинаковым; а квартилями называют интервалы упорядоченного ряда, содержащие по 25% значений этого ряда. Два крайних интервала называют соответственно *нижним* и *верхним квартилями*, а два срединных интервала (квартиля) образуют *наиболее предпочтительную область*. Полученные значения принимают за характеристики распределения оценок (медиана служит показателем группового ответа, а наиболее предпочтительная область — показателем разброса индивидуальных оценок) и сообщают экспертам.

Эксперты, чьи оценки оказались в крайних квартилях, дают обоснования причин расхождения с групповым мнением. Они вправе приводить любые аргументы в свою защиту или пересмотреть свое мнение и исправить оценку. С полученными обоснованиями знакомят всех членов экспертной группы. При этом, поскольку все перечисленные действия анонимны, никто не знает, кто и как обосновал или изменил свою первоначальную позицию. Такая процедура позволяет всем экспертам принять в расчет обстоятельства, которые они могли случайно пропустить или которыми могли пренебречь в начале текущего тура опроса.

В очередном туре опросная анкета кроме первоначального перечня вопросов включает групповые медианы значений ключевых характеристик исследуемого явления (в нашем примере — даты наступления важных событий), нижний и верхний квартили и сводные сведения о содержащихся в них расхождениях с групповым мнением. Членов экспертной группы просят рассмотреть аргументы и дать новую оценку содержащихся в анкете вопросов. Если их новая оценка не попадает в наиболее предпочтительную область, сформированную в предыдущем туре, то их опять просят обосновать свою точку зрения и прокомментировать противоположную позицию, которой придерживается большинство группы.

После того как пересмотренные оценки и новые аргументы возвратились к организатору, он снова проводит их статистико-аналитическую обработку и готовит новое приложение к опросной анкете для очередного тура.

В очередном туре участникам экспертизы вновь передают опросную анкету, статистическое описание оценок группы и аргументы обеих сторон. Эксперты должны принять во внимание аргументацию своих коллег и их критические замечания, касающиеся группового мнения, полученного в предыдущем туре, и на этой основе дать новую оценку. Эта оценка опять подвергается статисти-

стической обработке и, поскольку этот тур является последним, ее результаты принимаются за результат всей экспертизы.

Практика показывает, что не обязательно проводить все четыре тура опроса. Если эксперты пришли к соглашению во втором туре, то опрос можно прекратить. По сокращенной программе метода Дельфи действуют также в условиях дефицита времени на выработку решения.

За описанием технологии метода Дельфи никак не просматривается действие его внутреннего механизма. Для того чтобы понять механизм изменения оценок при последовательных опросах экспертов необходимо немного углубиться в организационно-психологические аспекты групповой экспертизы. Нетрудно предположить, что менее знающие эксперты улучшают свои оценки за счет информации, косвенно получаемой от более компетентных специалистов после каждого очередного тура опроса. В свою очередь, компетентные специалисты, знакомясь с аргументацией оценок, попавших в крайние квартили, и критикой группового решения, полученного в предыдущем туре, расширяют свою информированность о предмете экспертизы, что позволяет им улучшить свою оценку в процессе опроса.

Средняя оценка всей группы находится между средними оценками экспертов, изменивших свое мнение, и экспертов, оставивших свою оценку без изменений. В процессе опросов средняя оценка экспертов, изменивших свое мнение, будет смещаться в направлении средней оценки всей группы и улучшать ее.

19.4. Голосование

Если в группу экспертов входит все множество заинтересованных людей (электорат), то такая экспертиза трансформируется в процедуру голосования. В математическом плане она задается следующим образом.

Пусть на множестве альтернатив X задано I различных индивидуальных предпочтений $P_1, P_2, \dots, P_I$, описанных на языке бинарных отношений. Стоит задача выработки некоторого нового отношения P , которое выражает в определенном смысле «общее мнение» и принимается за групповой выбор. Очевидно, что это отношение должно быть какой-то функцией индивидуальных выборов, т.е.

$$P = F(P_1, P_2, \dots, P_I).$$

Разным правилам голосования и принципам согласования их результатов будут отвечать разные функции F .

Один из наиболее распространенных принципов согласования — *принцип большинства* — заключается в том, что принятой всеми считается альтернатива, получившая наибольшее число голосов. Такой подход привлекателен своей простотой и демократичностью, однако имеет особенности, диктующие необходимость осторожно-го обращения с ним.

В о - п е р в ы х, принцип большинства лишь обобщает индивидуальные предпочтения и, следовательно, его результат не является критерием истины. Только дальнейшая практика покажет, правильным или ошибочным было решение, принятое большинством голосов. Само голосование — лишь форма согласования дальнейших действий.

В о - в т о р ы х, нередко случаи, когда принцип большинства «не срабатывает»:

- при разделении голосов поровну при четном числе голосующих;
- при недоборе голосов и при более «жестком» воплощении принципа большинства: квалифицированное большинство (2/3 состава), подавляющее большинство (3/4 состава), единогласное решение или консенсус;
- при отсутствии кворума (когда задается нижняя граница числа голосующих).

В любом из этих вариантов подразумевается отказ от принятия решения, если ни одна альтернатива не получила необходимого процента голосов. Поскольку в реальной жизни отказ от дальнейших действий, следующих за решением, бывает недопустим, то разрабатывают различные приемы для исключения ситуаций, приводящих к нерезультативному выбору, или для сокращения числа таких ситуаций.

Например, если два эксперта имеют противоположные предпочтения между двумя вариантами *a* и *b*, то можно сделать выбор, сравнивая силу предпочтения каждого эксперта. При оценке альтернатив в числовой шкале это не составляет труда, но и при использовании порядковой шкалы такая операция вполне осуществима. В криминалистической практике в таких случаях экспертам предлагается в одном ряду с *a* и *b* упорядочить по предпочтению еще несколько альтернатив, допустим *c*, *d* и *e*. Если первый эксперт дал упорядочение (*c*, *d*, *a*, *b*, *e*), а второй — (*b*, *c*, *d*, *e*, *a*), то можно сделать вывод, что степень предпочтения *b* по сравнению с *a* у второго эксперта больше, чем степень предпочтения *a* перед *b* у первого. Это дает основание принять решение в пользу *b*.

Даже для консенсуса, требующего единогласия, разработаны схемы, облегчающие его достижение. Одна из них заключается в следующем:

- 1) максимально уточнить формулировки альтернатив, между которыми консенсус не допускает выбора;
- 2) коллективно построить тест эффективности альтернатив и принять консенсусное решение считать данный тест справедливым и все согласны следовать его результату;
- 3) провести тестирование и использовать его результат.

Если не удастся достичь консенсуса не только по поводу самих альтернатив, но и по способу их проверки, то следует найти консенсусное решение по дальнейшим действиям. Наиболее часто в таких случаях отказываются от демократического подхода и поручают сделать выбор одному из авторитетных и ответственных лиц («диктаторский» выбор). Довольно часто такая процедура проводится на заседаниях президиума Высшей аттестационной комиссии (ВАК РФ). Когда голосование далеко от консенсуса, одному из членов президиума, признанному специалисту в данной предметной области, поручают принять окончательное решение о присуждении или не присуждении соискателю искомой ученой степени.

Казалось бы, исключив возможность отказа от выбора из-за отсутствия требуемого большинства, можно обеспечить принятие решения в любых случаях. Но не тут-то было. Существует еще одна особенность голосования — *нетранзитивность* правила голосования, которая может привести к парадоксальному результату. Продемонстрируем ее на примере.

Пусть каждая из трех группировок законодателей, образующих большинство лишь попарно, предложила свой вариант законопроекта: ζ_1 , ζ_2 и ζ_3 . Чтобы гарантировать большинство на каждом шаге процедуры, альтернативы предъявляются попарно. Каждая сторона при этом руководствуется своим набором предпочтений. Пусть это следующие последовательности:

- 1) $\zeta_1 > \zeta_2 > \zeta_3$;
- 2) $\zeta_2 > \zeta_3 > \zeta_1$;
- 3) $\zeta_3 > \zeta_1 > \zeta_2$.

Результаты голосования по каждой паре приведены в табл. 19.1. Таким образом, голосование большинством не привело к выяснению общепризнанного порядка альтернатив $\zeta_1 > \zeta_2 > \zeta_3 > \zeta_1$.

В случае применения процедуры, в которой после рассмотрения очередной пары отвергаемая альтернатива заменяется новой, окончательно принятое решение зависит от порядка предъявления альтернатив (табл. 19.2).

Таблица 19.1. Результаты голосования (вариант 1)

№	Пара альтернатив	Голосование групп			Результат
		1	2	3	
1	(ζ_1, ζ_2)	1	0	1	$\zeta_1 > \zeta_2$
2	(ζ_2, ζ_3)	1	1	0	$\zeta_2 > \zeta_3$
3	(ζ_3, ζ_1)	0	1	1	$\zeta_3 > \zeta_1$

Таблица 19.2. Результаты голосования (вариант 2)

№	Предъявляемая пара альтернатив	Голосование групп			Отвергаемая альтернатива	Результат
		1	2	3		
1	(ζ_1, ζ_2)	1	0	1	ζ_2	ζ_3
	(ζ_1, ζ_3)	1	0	0		
2	(ζ_2, ζ_3)	1	1	0	ζ_3	ζ_1
	(ζ_2, ζ_1)	0	1	0		
3	(ζ_3, ζ_1)	0	1	1	ζ_1	ζ_2
	(ζ_3, ζ_2)	0	0	1		

Как видно из табл. 19.2, при порядке $(\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3)$ выбирается ζ_3 , при порядке $(\zeta_2, \zeta_3, \zeta_1)$ выбирается ζ_1 , а при порядке $(\zeta_3, \zeta_1, \zeta_2)$ выбирается ζ_3 . Если таким образом принимать проект, то организатор голосования может обеспечить любой результат.

Причина такого парадокса нетранзитивности группового выбора заключается в цикличности исходных индивидуальных предпочтений.

Нетранзитивность мажоритарного отношения может проявляться и в других неожиданных формах. Рассмотрим такую задачу. Пусть учредителями некоторой акционерной компании стали I юридических и физических лиц, каждое из которых внесло в уставный фонд компании капитал a_i ($i = \overline{1, I}$). Тогда вектор $A = (a_1, a_2, \dots, a_I)$ характеризует начальное состояние акционерного капитала компании. Другое состояние $B = (b_1, b_2, \dots, b_I)$ с точки зрения i -го акционера будет хуже A , если $a_i \geq b_i$. В процес-

се развития компании происходит перераспределение акционерного капитала на основе очень сильного большинства. Это означает, что система перейдет из A в B , если состояние B не хуже A для всех акционеров кроме одного («*тотально-мажоритарное правило*»). Последовательность состояний $A_1, A_2, \dots, A_k$ будем называть *тотально-мажоритарным* путем из A_1 в A_k , если переходом в очередное состояние удовлетворены все участники, кроме того, чей капитал в данный момент перераспределяется.

Пусть теперь заданы два произвольных состояния системы A и B . Возникает вопрос: при каких условиях существует тотально мажоритарный путь из A в B . Оказывается, что такой путь существует всегда, т.е. мы снова имеем дело с парадоксом: возможны любые перераспределения, все они выражают мнение «всего общества», кроме одного субъекта (правда, эти «несогласные» на разных этапах различны). После этого примера становится понятным, как в войне за передел собственности может быть достигнут любой заданный результат.

При обнаружении циклического ранжирования альтернатив следует принять следующие меры по их устранению:

- 1) обеспечить переход (если это возможно) от индивидуальных порядковых шкал предпочтений к единой числовой шкале (такой шаг вообще аннулирует проблему нетранзитивности);
- 2) образовать коалицию, которая сможет заблокировать действие голосования;
- 3) отказаться от демократического принципа согласования решений и перейти к другой форме группового выбора, например провести жеребьевку или согласиться с диктаторским решением.

Образуя (или разрешая) коалиции, необходимо иметь в виду, что они могут существенно повлиять на результаты голосования. Например, при многоступенчатом голосовании по правилу большинства коалиция, находящаяся в меньшинстве, может проташить свое решение. На рис. 19.1 схематически показано поэтапное голосование по три большинством в $2/3$ на каждом этапе.

Видно, что уже на втором этапе меньшинство может навязать свое мнение большинству, а на третьем — захватить абсолютную власть. Если число ступеней не ограничивать, то, теоретически, побеждающее таким образом меньшинство может быть сколь угодно малым. Для практического применения этого подхода в целях обеспечения нужного результата остается законодательно закрепить механизм голосования и грамотно сформировать выборные округа.

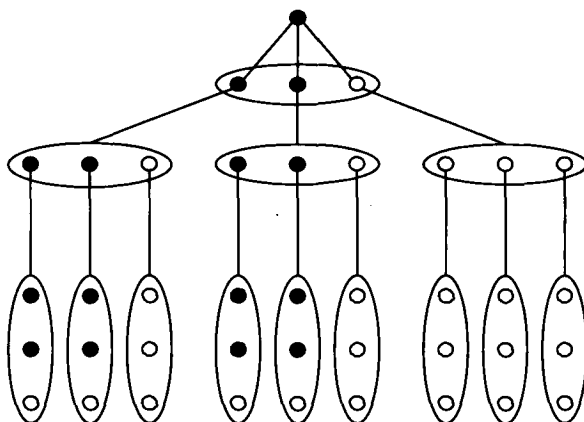


Рис. 19.1. Парадокс многоступенчатого голосования при наличии коалиции:

- — входить в коалицию;
- — вне коалиции

Таким образом, столь широко применяемая и во многих случаях успешная процедура голосования наряду с очевидными достоинствами имеет ряд скрытых особенностей, которые могут ослабить и даже извратить демократический характер голосования. Знание таких парадоксов необходимо не только системным аналитикам, но всем людям, осознанно принимающим участие в общественной жизни.

Резюме

Организация и проведение группового выбора представляют собой нетривиальные задачи, к решению которых время от времени вынужден бывает прибегать системный аналитик. Приведенные здесь сведения о специфике экспертизы и голосования как отдельных видов группового выбора, методах обработки экспертных данных и нежелательных ситуациях, которые при этом могут возникнуть, помогут правильно поставить задачу группового выбора и успешно решить ее.

Контрольные вопросы

1. Перечислите и проинтерпретируйте ключевые условия проведения экспертизы.

2. Можно ли привлечь эксперта к ответственности за неблагоприятные последствия результатов экспертизы?
3. Какие личные качества экспертов учитываются при формировании экспертных групп?
4. Приведите формулы для определения экспертного значения оцениваемой величины, измеряемой в числовой шкале. Дайте им смысловую интерпретацию.
5. Как определяется экспертная оценка в случае использования порядковых шкал для фиксации мнений экспертов об исследуемой характеристике?
6. Для чего проводится изучение тонкой структуры суждений экспертов? В чем оно заключается?
7. Перечислите принципы, лежащие в основе метода Дельфи. Дайте им смысловую интерпретацию.
8. В чем заключается сущность метода Дельфи? Как он реализуется?
9. Кто и каким образом формирует анкету опроса для метода Дельфи?
10. Какое основное требование предъявляется к содержанию опросной анкеты при проведении экспертизы методом Дельфи?
11. Перечислите основные процедуры, выполняемые в рамках одного тура опроса экспертов методом Дельфи?
12. В чем заключается статистическая обработка результатов опроса экспертов методом Дельфи?
13. Дайте интерпретацию внутреннего механизма метода Дельфи, обеспечивающего итерационное улучшение групповой оценки.
14. Запишите математическую постановку задачи голосования.
15. В чем заключается наиболее распространенный принцип согласования индивидуальных предпочтений при голосовании?
16. Перечислите сложности, сопровождающие определение победителя по принципу большинства при голосовании. Приведите примеры превентивных мер, обеспечивающих их успешное преодоление.
17. В чем заключается парадокс нетранзитивности группового выбора?
18. Приведите примеры парадоксальных исходов голосования в мировой истории. Попытайтесь их объяснить.

Темы рефератов и эссе

- Экспертный выбор в экономике (на примере решения конкретных задач).
- Выборная система России.
- Выборная система США.

Раздел V. Методологическое и методическое обеспечение системного анализа

В данном разделе рассматриваются методологические и методические аспекты системного анализа, а также вопросы обеспечения его эффективности.

В первую очередь необходимо отметить, что системный анализ является междисциплинарной областью, требующей комплексного подхода к решению задач.

Важнейшими элементами методологического обеспечения являются:

1. Определение целей и задач анализа.

2. Выбор методов и инструментов анализа.

3. Сбор и обработка информации.

4. Анализ полученных данных.

5. Разработка рекомендаций.

6. Внедрение и мониторинг результатов.

7. Обратная связь и корректировка процесса.

8. Документирование процесса анализа.

9. Обучение специалистов.

10. Создание благоприятной среды для работы.

11. Поддержка со стороны руководства.

12. Регулярное обновление знаний и навыков.

13. Использование современных технологий.

14. Сотрудничество с другими организациями.

15. Проведение регулярных аудитов.

Глава 20. Основные положения системной методологии

Окружающий мир кажется нам сложным и хаотичным только потому, что для его объяснения мы используем неадекватные концепции. Но стоит нам понять какое-либо явление, как эта сложность и хаотичность исчезают и все становится простым и понятным. Следовательно, сложность и хаотичность не являются непременными характеристиками современной действительности, они всего лишь особенности нашего восприятия и понимания. Стоит нам поменять исследовательскую позицию (например, перейти в другую систему координат), применить другую методику или воспользоваться более выразительными средствами описания проблемы, как вдруг она становится податливой на восприятие, понимание и разрешение. Отсюда вывод: для успешного исследования систем и эффективного решения проблем их развития необходима адекватная системная методология. Она должна заниматься проблемами взаимозависимости и сложности самоорганизующихся мультиразумных систем и их целеустремленного поведения. Как утверждает классик системного анализа Джамшид Гараедаги, эффективную методологию следует искать в точке пересечения целостного восприятия, итерационного мышления, самоорганизации и интерактивного моделирования*. Сочетание этих четырех направлений дает мощный практический инструмент разрешения существующих проблем мультиразумных систем. Их детальное рассмотрение составляет предмет этой главы.

20.1. Целостное восприятие

Целостное восприятие заключается во всестороннем изучении системы в целях обнаружения скрытого смысла ее самоорганизующегося поведения. Казалось бы, что тут нового и что тут сложного?.. Просто необходимо изучить систему с разных точек зрения и вскрыть источники ее системности. Однако вопреки распространенному убеждению столь популярный междисциплинарный подход — отнюдь не то же самое, что и подход системный. На самом деле способность синтезировать разрозненные факты в единое целое намного сложнее, нежели способность получить информацию о

* Гараедаги Дж. Системное мышление: как управлять хаосом и сложными процессами: Пер. с англ. Минск: Гревцов Паблишер, 2007.

исследуемой системе с различных ракурсов. Если нет четкого и ясного метода синтеза, то процесс поиска истины на основе фрагментарных знаний из различных областей не увенчается успехом. Необходимо предварительная идея о том, что представляет собой целое, с одной стороны, и системная методология как направляющая поиск в нужном направлении — с другой, прежде чем мы сможем разглядеть крупницы порядка в сплошном хаосе.

До настоящего времени наибольшую популярность имели три системные методологии: анализ, синтез и бихевиоризм. Каждая из них по-своему упорядочивает научный поиск. Так, *анализ* полагает, что целое есть не что иное, как сумма частей, и поэтому для понимания целого необходимо и достаточно разобраться в структуре. *Синтез* использует функциональный подход и исследует объект вместе с системой более высокого уровня, частью которой он является, посредством фиксации последствий, вызываемых данным объектом в этой системе. Чтобы найти ключ к пониманию целого, *бихевиоризм* ориентируется на процесс, пытаясь найти ответ на вопрос «как?».

Современная методология системного исследования исходит из того, что увидеть целое можно только при одновременном понимании структуры, функции и процесса. Каждый из отмеченных моментов отражает свою грань одного и того же явления. Вместе с внешней средой они образуют формальную модель, или фрейм (см. п. 13.2) для его исследования. Другими словами, структура, функция, процесс и среда полностью определяют целое или, по меньшей мере, дают возможность его понять. Структура выявляет компоненты и их связи, функция обуславливает конечные результаты, процесс в явной форме описывает последовательность действий для получения результата, а среда определяет внешние условия существования системы.

Тем не менее современная методология системных исследований не является чем-то цельным и монолитным. В ее рамках существуют и успешно развиваются по крайней мере три модификации. Классическая школа менеджмента с ее ориентацией на исследование входа системы (исходных условий, технологий, затрат) большей частью занимается вопросами структуры. Неоклассическая школа делает акцент на целевом управлении, т.е. основное внимание уделяет функциям. А теория комплексного управления качеством (TQM), придающая большое значение тотальному контролю, ставит во главу угла процесс. Каждое из этих направлений вносит свой вклад в развитие общей системной методологии.

В классической концепции системного анализа подразумевается, что конкретная структура (*S*) порождает конкретную функцию

(F), а разные структуры — разные функции (рис. 20.1, а). Отсюда делается вывод, что для понимания системы достаточно изучить ее структуру, и, следовательно, анализ структуры становится доминирующим методом системных исследований. Однако определенная структура может выполнять несколько функций в неизменной среде. Например, система образования в дополнение очевидной функции передачи знаний выполняет еще культурную, воспитательную и защитную функции (рис. 20.1, б). Однако и разные структуры могут обеспечивать одну функцию. К примеру, функцию перемещения людей и грузов в пространстве могут выполнять различные виды транспорта — железнодорожный, авиационный и автомобильный (рис. 20.1, в). Классическое понятие причинно-следственной зависимости, когда причина является необходимым и достаточным условием для получения результата, не в состоянии объяснить такую ситуацию. Фактически, порождение разных функций одной структурой в неизменной среде можно объяснить только одним путем: признать, что в осуществлении этих функций при неизменной структуре участвовали разные процессы.

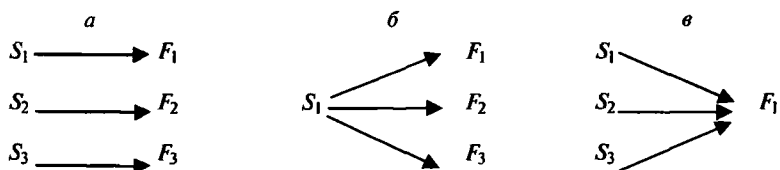


Рис. 20.1. Варианты соотношений структур и функций:

а) — «одна — одна»; б) — «одна — многие»; в) — «многие — одна»

Таким образом, структура не может нести исключительную ответственность за полученный результат. Структура, функция и процесс вместе с окружающей средой образуют исчерпывающий комплект взаимосвязанных переменных, позволяющий построить конструктивную модель для понимания целого.

20.2. Итерационное мышление

Взаимосвязанные переменные образуют циклические отношения. Одна переменная может определять значение другой, будучи, в свою очередь, результатом взаимодействия предшествующих переменных. Недооценка этих взаимозависимостей равносильна попытке увидеть целое, закрыв глаза на самое главное. По этой причине

целостный подход к изучению системы требует понимания каждой переменной в отношениях с другими переменными, причем всеми одновременно. В этом нелегком деле главным помощником служит процесс итерационного мышления, суть которого заключается в многократном применении простых правил к моделированию сложнейших объектов.

Итерации структуры, функции и процесса в определенной среде позволяют изучить свойства каждого элемента в отдельности, а затем исследовать его во взаимосвязи с другими элементами системы. Последующие итерации должны установить обоснованность наших предположений о структуре системы, проверить ее на совместимость и устранить конфликты. Для разрешения конфликтов может понадобиться переосмысление и переувязывание переменных системы. В конечном итоге последовательные приближения должны привести к комплексному образу целого (рис. 20.2).

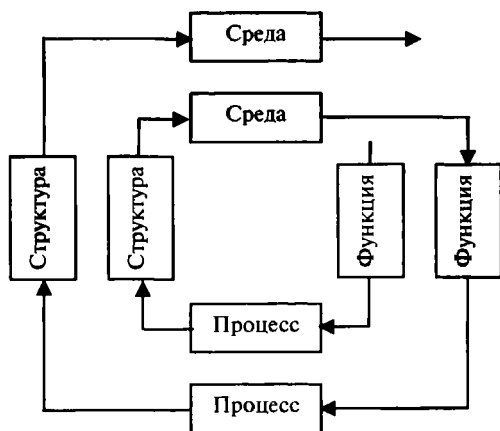


Рис. 20.2. Итерации исследования системы

Сложность системы определяется количеством и характером связей ее переменных. Система без обратной связи с линейными, независимыми переменными является более простой по сравнению с системой, описываемой набором взаимозависимых переменных, объединенных в петли нелинейных обратных связей (часто — с отсроченной реакцией). К сожалению, все мультиразумные системы принадлежат к классу именно таких систем. Поэтому первым шагом на пути исследования сложной мультиразумной системы является распознавание ее итерационной и динамичной природы.

На рис. 20.3 приведены простейшие зависимости с обратной связью и без нее на примере сберегательного банковского счета. Если по вкладу начислять простые проценты (только на сумму вклада), то общая сумма на счете будет увеличиваться медленно (рис. 20.3, а) и удвоится через 10 лет, а если проценты начислять на основную сумму и на проценты, набравшие за предыдущие годы, то за этот же период общая сумма увеличится больше чем в 2,5 раза (рис. 20.3, б). В системах с обратными связями линейность и нелинейность относятся к темпу изменения, а не состоянию системы.

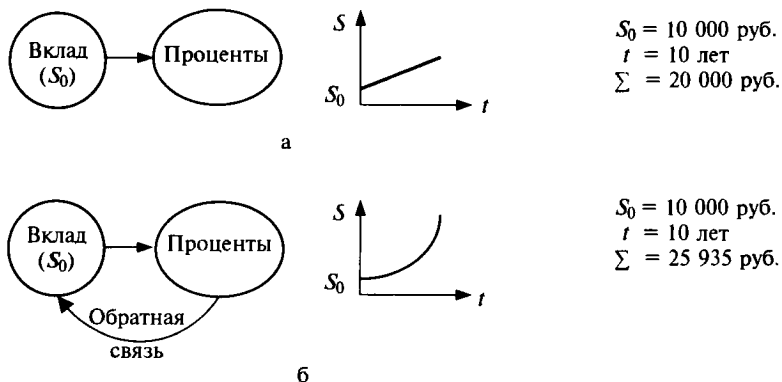


Рис. 20.3. Иллюстрация линейной и нелинейной зависимостей:
а — простые проценты; б — сложные проценты

Экспонента роста, возникшая благодаря петле усиливающей обратной связи (рис. 20.3, б), соответствует неограниченным ресурсам. Однако реальность такова, что ресурсы всегда ограничены, и любая кривая экспоненциального роста со временем достигает своего предела, преобразуясь в конечном итоге в S -образную кривую (рис. 20.4, а). Наложение момента запаздывания — еще одной неизбежной реалии современности — приведет к контринтуитивному поведению, что выразится в колебаниях темпов ее роста и/или развитии (рис. 20.4, б). А если система, стремясь к чрезмерному росту, выйдет за пределы допустимой нагрузки, то ее ожидает неминуемый крах (рис. 20.4, в).

Итерационное мышление — гениальный способ преодоления трудностей при построении и испытании моделей сложных систем. Его комбинация с языком математики дает практическую возможность изучить и понять чрезвычайно важные закономерности систем с многоконтурными нелинейными обратными связями. Как мы говорили в гл. 12, такие системы склонны к определенным схемам

поведения. В этом смысле обнаружение паттерна в поведении системы является первым шагом к пониманию динамики изменений и рождению упорядоченной сложности.

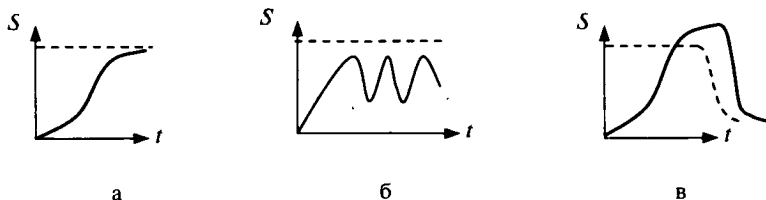


Рис. 20.4. Возможные варианты поведения системы с ограниченными ресурсами:

а — нормальное поведение; б — контринтуитивное поведение;
в — превышение возможностей и крах системы

Чтобы обнаружить динамику поведения системы, необходимо обнаружить и понять существующие в ней петли обратной связи. Эти петли, по существу, и составляют схему взаимной зависимости элементов, которая отвечает за системную нелинейность. Именно визуализация такой схемы составляет наибольшую трудность. Но эту трудность можно преодолеть с помощью интерактивного моделирования.

Самоорганизация. Второй закон термодинамики утверждает, что замкнутая система, стремится к уничтожению всех различий. Ее энтропия как мера беспорядка и подобию все время увеличивается, а конечное состояние должно характеризоваться единообразием и беспорядочностью, т.е. соответствовать хаотической простоте.

Однако живые и мультиразумные системы являются открытыми и неэнтропийными. Они движутся в сторону заранее определенного порядка к состоянию упорядоченной сложности. Создается впечатление, что у таких систем имеется некий образ того, чем им следует быть, и они непрерывно перестраиваются, стремясь приблизиться к этому образу. Следовательно, чтобы развиваться в сторону порядка и сложности, неэнтропийная система должна содержать внутренний образ того, чем она должна или хочет стать. В живых системах эта информация содержится в ДНК, а для мультиразумных систем источником такой информации служит культура или коллективный образ мира всех индивидов, находящихся в одинаковой социальной среде.

Выходит, что коллективный образ мира является отправным пунктом процесса изменений в мультиразумной системе, а успех любого начинания неизбежно зависит от того, насколько глубоко

оно затрагивает и преобразует этот коллективный образ. Набор скрытых культурных кодов вынуждает систему быть именно такой, как она есть, и вести себя так, как она запрограммирована. Чтобы изменить стереотипы поведения мультиразумной системы, необходимо подвергнуть критическому пересмотру глубинные представления и убеждения. Надо найти им замену и изменить ключевые взаимосвязи элементов системы. В противном случае вопреки усилиям реформаторов каждый раз будут срабатывать старые модели поведения, и любая попытка трансформации будет заканчиваться неудачей.

В открытых неэнтропийных системах изменения не происходят случайно или беспорядочно. Они всегда обусловлены тем, что происходило раньше, и индивидуальными особенностями системы. Это явление, известное как *самоадресация*, значительно облегчает процесс организованного движения в сторону упорядоченной сложности.

Без жизнеспособной и динамичной культуры целеустремленная, самоорганизующаяся и саморазвивающаяся мультиразумная система обречена на гибель. В свою очередь, чтобы быть жизнеспособной, культура должна уметь адаптироваться к новым условиям. Для активной адаптации культуры необходима критическая оценка ее основ — представлений, идеалов, традиций и ценностей. И именно здесь скрываются главные препятствия на пути развития мультиразумных систем.

Многим традиционным обществам не хватает смелости и свободы, чтобы поставить под сомнение свои неписанные законы. Тем не менее, критическая оценка традиционных норм, представлений и убеждений без страха перед последствиями — это не только право каждой личности, но и важное общественное благо, которое необходимо сохранить любой ценой.

Порой угнетающие силы представляют собой столь колоссальную преграду для развития, что никакая цена за их устранение не может оказаться слишком высокой. И это настолько верно, что даже трагическое вмешательство внешних сил может быть оправдано, если оно приводит к избавлению от тиранов и становлению на цивилизованный путь мощного культурного развития. Теория поля как идея о существовании некой субстанции, пронизывающей все организационное пространство, добавляет новый аспект к роли культуры в развитии мультиразумной системы. В соответствии с этой теорией часть наших умений и навыков не являются результатом наших собственных усилий по приобретению знаний, а содержатся в знаниевых арсеналах человеческого рода, к которым мы имеем доступ. Целые популяции того или иного вида могут менять

свое поведение из-за того, что изменилось содержание их поля, а не из-за того, что популяции приложили направленные усилия к освоению нового способа поведения. Не отрицая отмеченных постулатов теории поля, будем полагать, что все его влияние на развитие мультиразумных систем реализуется через внешнюю среду, которая является одной из фундаментальных основ современной системной методологии.

20.3. Интерактивное моделирование

Рассел Акофф считал, что выбор лежит в основе человеческого развития, а моделирование выступает в качестве средства активизации способности делать выбор. Следовательно, моделирование с активным участием всех членов системы — это фундаментальный и бескомпромиссный рабочий принцип интерактивного моделирования и самый верный путь внедрения желаемых изменений в поведение мультиразумной системы. Его конечная цель — замена существующего коллективного образа мира, являющегося причиной воссоздания неудовлетворительного порядка, коллективным представлением о желаемом будущем.

Интерактивное моделирование реализуется в два этапа:

- описание беспорядка и формулирование проблемы;
- идеализация и выработка решений.

Отделение процедуры формулирования проблемы от процедуры выработки решения — уникальная особенность интерактивного моделирования.

Существует три традиционных способа определения проблемы:

- как отклонение от нормы;
- как недостаток ресурсов;
- исходя из готовых решений, имеющихся в распоряжении.

Наиболее распространенным является формулирование проблемы как отклонения от принятых стандартов или стереотипа поведения. Ее главным недостатком является то, что он фактически работает на существующий порядок вещей.

Что касается второго способа определения проблемы, то, похоже, мы никак не можем найти достаточно ресурсов, денег, времени, информации и знаний, чтобы решить большую часть своих проблем. Но давно уже пора привыкнуть, что время, ресурсы, деньги, информация и знания — это универсальные ограничители и их всегда будет не хватать.

Формулирование проблемы исходя из имеющихся в нашем распоряжении готовых решений впоследствии создает немало трудно-

стей. Все, что необходимо сделать постановщику проблемы в рамках данного подхода, — обнаружить сходство между фактической ситуацией и аналогичной ситуацией, сложившейся в ретроспективе, и вынуть из портфеля готовое решение. Этот способ столь прочно укоренился в нашем образе действий, что аналитики-консультанты очень часто отвергают заказ, если у них нет на него готового решения.

При таком подходе необходимо помнить, что решение, оказавшееся эффективным в одних условиях, не обязательно станет таким же в других условиях. Однако склонность к поиску универсальных решений, доказавших свою состоятельность на практике, порождает петлю обратной связи. Процесс повторения прошлых ошибок идет своим чередом, и история воспроизводит себя снова и снова.

Методология интерактивного моделирования определяет проблему как ожидаемый беспорядок или то будущее состояние, которое уже прорисовывается, исходя из существующего направления развития. Ожидаемый беспорядок — это не отклонение от нормы и не прогноз, а раннее предупреждение, напоминание участникам мультиразумной системы о непредвиденных последствиях нынешнего поведения. Чаще всего беспорядок является продуктом не провала, а успеха, способствующего чрезмерной эксплуатации системы, вследствие распространенного заблуждения, что если X — хорошо, то чем больше X , тем лучше. Описание ожидаемого беспорядка предшествует формулированию проблемы. Убедительное и хорошо продуманное описание беспорядка само по себе служит доказательством того, что без фундаментальных изменений никак не обойтись, и подготавливает почву для эффективной реструктуризации системы. При этом очень часто прибегают к преувеличению проблемы, тем самым акцентируя внимание на критических моментах, способных разрушить систему в будущем.

Этап выработки решений в интерактивном моделировании представляет собой процесс претворения в жизнь того идеального образа будущего, какой только могли себе представить его разработчики. Это модель системы следующего поколения, которая должна заменить существующую систему. В свою очередь, этап выработки решений состоит из двух подэтапов: идеализации и реализации.

В основе *идеализации* лежит идея обратного планирования. Ее отправным пунктом является предположение о том, что система была разрушена до основания, и разработчики получили возможность воссоздать ее с нуля. Новая модель должна удовлетворять всего трем условиям:

- быть технологически осуществимой;

- быть эксплуатационно жизнеспособной;
- быть обучаемой и адаптивной.

Это означает, что разработчики должны проектировать реальную систему, способную функционировать в реальной среде. У создаваемой идеальной модели системы должен быть достаточный запас маневренности, чтобы обучаться и адаптироваться к возможным изменениям среды. В интерактивном моделировании столько же искусства, сколько и науки.

Как уже отмечалось, моделирование — это процесс последовательных приближений или итераций. На первой итерации разработчики сосредоточивают свое внимание на формировании необходимых параметров системы. Они должны попытаться осознать и определить взаимозависимости между выделенными или заданными характеристиками. В этом приближении выясняется, какие характеристики дополняют друг друга, а какие конфликтуют, какие совместимы, а какие лучше развести как можно дальше и т.п.

На второй итерации разработчики создают наброски альтернативных моделей, чтобы показать, как именно можно достичь желаемых параметров. Они изучают последние достижения науки и предлагают различные элементы и механизмы модели, которые могут обеспечить выполнение одной или нескольких требуемых функций.

На третьей итерации они отбирают и объединяют разные элементы и механизмы в единую модель, приходя к согласию по всем спорным вопросам, и проверяют модель на эксплуатационную жизнеспособность. На следующих итерациях путем последовательных приближений достигается ее дальнейшая детализация и конкретизация.

В основе *реализации* идеальной модели также лежит метод последовательных приближений. Поскольку реализация осуществляется в реальных условиях, разработчики должны выявить все возможные ограничения, способные помешать практическому внедрению созданной модели. Как правило, эти ограничения относятся к одной из трех категорий.

Ограничения первой категории невозможно устранить в рамках существующей системы. Они требуют пересмотра модели и импровизации в целях создания ее осуществимого варианта в существующих условиях. Поиск такого варианта модели — задача непростая и может развернуться в полноценное итерационное исследование. При этом очень важно на каждой итерации отслеживать ограничения первой категории для получения возможности продолжить приближение рабочего варианта модели к ее идеальному образу сразу же после их преодоления.

Ограничения второй категории — это полномасштабные универсальные ограничения, для устранения которых понадобятся широкомасштабные подготовительные мероприятия. Обычно эти мероприятия включают реинжиниринг продуктов, производственного процесса и организации производства. Наиболее ресурсоемкую часть этой работы составляет реинжиниринг организационных процессов и особенно та его часть, которая касается разработки системы оценки и вознаграждения, предусматривающей гибкий бюджет и целевую калькуляцию затрат.

Ограничения третьей категории являются поведенческими по своей природе и сравнительно легко устраняются. Многие из них люди добровольно налагают на себя сами. Сопротивление переменам, отсутствие одобрения и поддержки, необученный персонал и другие сдерживающие факторы требуют приложения определенных усилий для их устранения. Без предварительного культивирования доверия и готовности к полной самоотдаче всех участников система попросту откажется подчиняться запланированным изменениям.

Активный процесс интерактивного моделирования перестраивает образ мыслей его участников и оказывает долгосрочное воздействие на развитие событий в мультиразумной системе. В конечном итоге моделирование намного превосходит ту ценность, которую дает непосредственное внедрение разработанной модели. Участникам проекта открываются новые горизонты. Они способны увидеть новые возможности их системы и представить направление движения к их практическому достижению. Если же идеальная модель не приводит к желаемому результату, то, вероятнее всего, проблема заключается не в системе, а в ее окружающей среде, и тогда необходимо попытаться изменить что-то за пределами системы.

Резюме

Современная методология системных исследований включает в себя целостное восприятие, итеративное мышление, самоорганизацию и интерактивное моделирование. Удивительное сочетание этих составляющих дает мощный методологический инструментарий разрешения многих проблем мультиразумных систем.

Контрольные вопросы

1. Какие принципы положены в основу современной методологии системного анализа?

2. В чем состоит единство и различие междисциплинарного и системного подходов к исследованиям?
3. В чем заключается сущность целостного восприятия как составной части методологии системных исследований?
4. Дайте характеристику современных направлений развития методологии системных исследований.
5. В чем заключается сущность итерационного мышления как составной части методологии системных исследований?
6. Приведите схему итерационного исследования системы. Дайте ей содержательную интерпретацию.
7. В чем заключается сущность самоорганизации мультиразумных экономических систем?
8. Что заставляет экономическую систему двигаться в сторону определенного порядка?
9. Как изменить стереотип поведения экономической системы и настроить ее на новый лад?
10. В чем заключается сущность интерактивного моделирования как составной части методологии системных исследований?
11. Перечислите и проинтерпретируйте традиционные способы определения проблемы экономической системы.
12. В чем состоит уникальная особенность интерактивного моделирования?
13. Какие основные требования предъявляются к идеальной модели будущего, получаемой в результате интерактивного моделирования?

Темы рефератов и эссе

- Системный анализ проблем российско-белорусских отношений.
- Системность методологии комплексного управления качеством (TQM).
- Как изменить сложившийся паттерн национального экономического развития?

Глава 21. Методы обнаружения и идентификации проблем в экономических системах

Существование и развитие любой системы зависит от взаимодействия ее элементов. Однако объединение элементов в систему и ее устойчивое функционирование вовсе не свидетельствуют о ее рациональности. Со временем те положительные свойства, которые система отобрала и закрепила в процессе своего эволюционного развития, способны менять полярность и становиться главными препятствиями на пути прогресса. Акцентирование внимания на одних аспектах системы и пренебрежение другими, оптимизация ее отдельных частей способны превратить надежные и проверенные добродетели в сущее зло. Необходимо вовремя заметить негативные тенденции, суметь поставить диагноз проблемной системе и выработать совокупность действенных мер, способных переломить негативные тенденции и привести к ее обновлению.

21.1. Итерационность системных исследований

В создании будущего и поддержании целостности мультиразумной экономической системы участвуют пять ключевых видов ресурсов: богатство, знания, красота (как совершенство), власть и ценности. Будем полагать, что каждый из них измеряется определенными параметрами. Сочетание их значений определяет эффективность организации системы, а также уровень интеграции и коллективной способности ее членов создавать будущее. Неудовлетворительное значение любого из пяти ресурсообразующих параметров системы будет сдерживать ее естественное развитие. Дефицит, диспропорция в распределении или ненадежность какого-либо из пяти ресурсов считаются первичными препятствиями или препятствиями первого порядка. Они порождают препятствия второго порядка, наиболее распространенными среди которых являются беспомощность, отчуждение, раскол общества, коррупция и фазовый переход системы в новое состояние.

Все препятствия, мешающие успешно развиваться и уверенно смотреть в будущее, система навязывает себе сама. Скрытые и недоступные, они поселяются в сознании ее непосредственных членов, выражаются в их ментальных моделях, убеждениях и представлениях, что обуславливает всяческое сопротивление переменам. Набор взаимоувязанных факторов, отвечающих за такое поведение системы, называют механизмом второго порядка. Обнаружить этот механизм на ранних стадиях, когда система еще вполне нормально

функционирует, — значит вовремя предупредить о нежелательном развитии событий. Способность увидеть зарождение будущего беспорядка в нормально функционирующей системе и должным образом описать его составляет сущность первой половины системного исследования.

Беспорядок — это метафора или намеренное преувеличение реальной опасности. Преувеличение обычно имеет цель сгустить краски вокруг основных препятствий, которые ответственны за инертность системы и не позволяют ей вырваться из обстоятельств. В совокупности эти препятствия образуют внутреннюю проблему системы, требующую безотлагательного решения. Непременным условием успешного решения является осведомленность о проблеме. Когда мы знаем, куда приведут наши действия в долгосрочной перспективе, наша готовность принимать необходимые меры резко увеличивается.

Беспорядок всегда представляет собой естественное следствие существующего порядка. Он основан на ложном представлении о том, что все и всегда будет оставаться по-прежнему. Активные элементы системы стремятся сохранить статус-кво и будущее системы отождествляют с абсолютным воспроизведением текущего порядка. Следовательно, беспорядок достается нам в наследство от игры по старым правилам.

Любой беспорядок является продуктом тесного взаимодействия активных элементов системы. Он пронизывает систему насквозь и не позволяет навести порядок в одной ее части независимо от других частей. Это означает, что беспорядок нельзя устранить частично или локально. Не успеем уничтожить один элемент беспорядка, как взаимосвязанные с ним элементы вернут его на место. В этом как раз и кроется причина тщетности всех стараний и усилий по устранению беспорядка прилагаемых руководством системы.

Осознание беспорядка является первым шагом на пути избавления от него. Поэтому его описанию уделяется столь пристальное внимание. Для того чтобы пробудить в элементах системы желание противостоять беспорядку, нужно правдоподобное и убедительное описание мрачного будущего, ожидающего систему в том случае, если все останется по-прежнему. В описании должны быть учтены интересы, риски и влияние основных заинтересованных сторон. Беспорядок должен выглядеть как результат прошлых успехов, а не следствие чей-то ошибки или неудачи. Если удастся выработать коллективное понимание того, как обстоят дела в настоящий момент и к каким нежелательным последствиям они приведут, тогда с большой долей вероятности возникнет желание что-то изменить.

Описание беспорядка представляет собой процесс, состоящий из трех этапов: поиска, схематичного изображения и интерпретации. Это итерационный процесс, который должен повторяться до тех пор, пока не будет разработана согласованная формулировка проблемы и намечен приемлемый путь ее решения.

21.2. Поиск и выделение характерных свойств системы

Цель поиска заключается в сборе информации о системе и ее внешней среде, а также определении и описании их характерных состояний, значимых для понимания движущих механизмов функционирования и развития системы. Для этого последовательно проводится три вида анализа:

- анализ системы путем фиксирования ее текущего состояния вместе с внешней средой, чтобы уяснить структурные, функциональные и поведенческие аспекты системы без каких-либо оценочных суждений;
- анализ препятствий, заключающийся в выявлении недостатков во всех сторонах жизнедеятельности системы — создании и распределении власти, знаний, богатства, красоты и ценностей;
- анализ динамики системы путем описания взаимодействия взаимозависимых переменных, контуров обратной связи и их временной оценки.

Перечисленные виды анализа составляют подэтапы поиска и реализуются итерационно методом последовательных приближений (рис. 21.1).

С каждой последующей итерацией накопленные информация, знание и понимание уточняются, детализируются и используются для новых предположений, выдвигаемых в целях объяснения природы поведения системы, поскольку, чтобы представить экспериментальную картину целого, необходимо прежде выдвинуть какие-то предположения. Последующие итерации проясняют, удостоверяют или скорректируют это представление, но на первых шагах оно поможет определить основное направление исследований. Отведенное на работу время следует распределить так, чтобы сделать как минимум две полные итерации, понять целостный характер ситуации и выявить важнейшие элементы беспорядка.

Анализ системы также представляет собой итерационный процесс и проводится в полном соответствии с рекомендациями, приведенными в п. 20.2. Для лучшего осмысления собранной на данном подэтапе информации ее рекомендуется представлять в таб-

лично-графической форме. В частности, может быть полезной форма, приведенная в табл. 21.1. Главное на этом подэтапе — не затеряться в дебрях информации и собрать ее в объеме необходимом и достаточном для оценки значимости каждой выделенной характеристики системы и идентификации обуславливающих ее переменных (элементов).

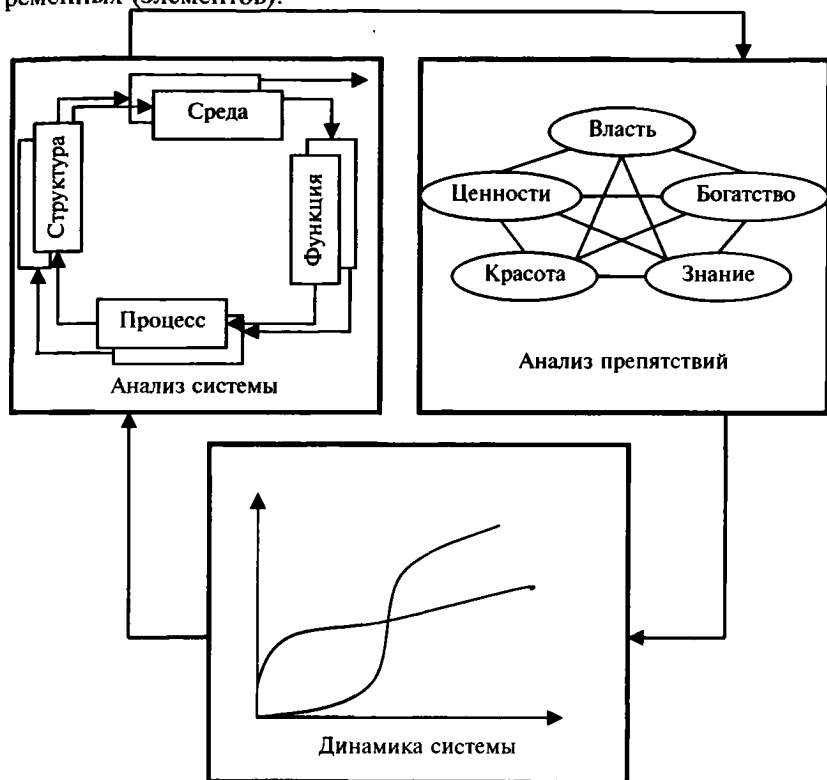


Рис. 21.1. Итерационный процесс исследования системы

Анализ препятствий представляет собой не что иное, как анализ распределения основных ресурсов, обеспечивающих целостность системы, по элементам ее организационной структуры. В этом деле не последнюю помощь может оказать техника раскрашивания графов. Действительно, для каждого вида системообразующего ресурса можно построить раскрашенный граф, где интенсивность цвета будет отражать степень распространения этого ресурса на каждый выделенный элемент организационной структуры. В первом прибли-

жении организационная структура может рассматриваться в своем классическом представлении, включая только пять составных частей — операционное ядро, стратегический апекс, административный персонал, технократический персонал и вспомогательный персонал. Совместный анализ таких раскрашенных графов поможет установить диспропорции в распределении системообразующих ресурсов и выделить препятствия на пути развития системы.

Таблица 21.1. Информация для анализа системы

<i>Объект анализа</i>	<i>Предмет анализа</i>	<i>Система</i>	<i>Внешняя среда</i>
Функция	• Вид производства • Поставленная цель • Требования (явные, скрытые, латентные)	• Продукция • Прибыль, рост капитализации и/или другие результаты • Конкурентные преимущества	• Рынки • Конкурентный анализ • Интенсивность конкуренции
Процесс	• Способ производства	• Основные технологии • Производственные и организационные процессы • Себестоимость продукции	• Отраслевой стандарт • Главный игрок на рынке (эталон) • Отраслевая себестоимость продукции
Структура	• Конфигурация • Основные участники • Координация деятельности	• Производственные подразделения • Администрация • Обслуживающие и вспомогательные службы • Взаимоотношения подразделений	• Заинтересованные стороны (клиенты, потребители, поставщики, инвесторы и др.) • Степень их влияния и взаимоотношения с системой

Анализ динамики: следует различать внутреннюю и внешнюю динамику системы. Внутренняя динамика представляет собой взаимосвязанную совокупность движущих механизмов функционирования и развития системы. Она, как правило, скрыта от внешнего глаза, а ее раскрытие составляет сущность одной из ключевых задач системного анализа.

Внешняя динамика представляет собой наблюдаемое проявление внутренней динамики. Она материализуется в изменении зна-

чений показателей, измеряющих значимые характеристики системы. Визуализация внешней динамики осуществляется посредством построения графиков и диаграмм, отражающих изменение основных показателей ее функционирования и/или развития на исследуемом временном интервале. В первую очередь формируются ряды значений показателей, совпадающие с координатами фазового пространства, в котором исследуется система. Если число основных показателей, отражающих динамику системы, не превышает трех, то можно построить график траектории системы на исследуемом интервале. Если показателей больше трех, то приходится строить несколько графиков и/или диаграмм, отражающих динамику измеряемых характеристик системы, и анализировать их совместно для формирования и визуального представления общей динамики развития системы.

Визуализация движения сложной экономической системы в пространстве и во времени представляет собой очень непростую интеллектуальную задачу. Как известно, деятельность хозяйствующего субъекта, реализация проекта, развитие процесса или состояние среды отражается целым множеством показателей, измеряемых в различных шкалах — количественных, порядковых или даже номинальных. Приведение их к «общему знаменателю» в целях определения степени и вектора их влияния на общую системную динамику редко поддается формализации. Эти операции осуществляются в голове системного аналитика неким неформальным образом, который сложно воспроизвести и сформулировать в явном виде. Здесь больше важна интуиция, чем накопленные формализованные знания.

Какие виды графиков и диаграмм использовать для отражения и анализа внешней динамики исследуемой системы, какие инструментальные средства поддержки при этом применять — зависит от предпочтений системного аналитика. Инструменты визуализации в настоящее время настолько многочисленны, что отражать внешнюю динамику системы можно не только графически, но мультипликативно. Главное, чтобы выбранные средства адекватно и с необходимой точностью отражали интересующие нас характеристики исследуемой системы.

Тем не менее для системного аналитика более важна внутренняя динамика системы. Он стремится вскрыть внутренние механизмы, которые подталкивают систему к ожидаемому или запланированному состоянию. Внешняя динамика при этом служит источником априорной информации, направляющей поиск в нужное русло. Способы обнаружения и описания внутренней динамики системы рассматриваются в следующем параграфе.

Все три вида анализа — анализ системы, анализ препятствий, анализ динамики — повторяются не один раз. С каждой последующей итерацией мы достигаем более высокого уровня детализации. В первом приближении стремимся воспринять целое, определить границы системы, обнаружить диспропорции в распределении информации, знаний власти, результатов деятельности, красоты и моральных ценностей, а в промежутках между итерациями пытаемся восполнить эти пробелы. На последующих итерациях проверяем сделанные ранее предположения. В общем случае итерации следует повторять до тех пор, пока не будет достигнуто единое мнение по всем существенным вопросам.

21.3. Схематическое описание беспорядка

В результате поиска обычно выявляется множество всевозможных помех и препятствий. Для того чтобы понять, что и откуда берется, необходимо увязать их в некоторое схематическое описание. Чаще всего это делается с помощью системных диаграмм, которые рассматривались в гл. 12.

Для того чтобы приступить к составлению схематического описания в нотации системных диаграмм, необходимо выделить и сгруппировать элементы системы, обуславливающие ее характерные (желаемые) свойства, с одной стороны, а также элементы, способствующие возникновению препятствий на пути развития системы и подпитывающие их. Это, как правило, коллективный труд, требующий неоднократного обсуждения. В конечном итоге каждое свойство должно быть четко и ясно сформулированным, чтобы не возникало путаницы по поводу того, что оно собой представляет, и обоснованным с позиций места, времени и частоты его появления. Только когда все важные свойства будут выявлены и обоснованы, приступают к определению взаимосвязей между ними.

Работая над созданием системной диаграммы, необходимо постоянно помнить о рациональности и контринтуитивном поведении системы, а следовательно, очень аккуратно и точно фиксировать характер зависимостей между ее элементами. Рациональность системы следует связывать с ее неспособностью действовать во вред собственным интересам, а контринтуитивность — с возможностью получения нежелаемого результата. Изучая причинно-следственные связи, надо знать, что:

- причина может иметь более одного следствия;
- причина и следствие могут быть отдалены друг от друга в пространстве и во времени;

- причина и следствие могут меняться местами;
- следствие, будучи вызванным той или иной причиной, может обрести свою самостоятельную жизнь, и устранение причины не всегда приведет к устранению следствия.

Построение системной диаграммы — это эвристический процесс схематического описания существенных характеристик и эмерджентных свойств исследуемой системы. Оно преследует цель выявления механизма второго порядка, скрытого где-то внутри системы. Этот механизм является продуктом существующего порядка вещей и несет ответственность за инертность системы, ее сопротивление переменам и провал попыток хоть как-то улучшить ситуацию. Чтобы существенно повысить результативность работы системы, необходимо выявить и укротить этот механизм второго порядка.

21.4. Связанная интерпретация беспорядка

Наметившийся в системе беспорядок не следует воспринимать как прогноз будущего состояния системы, который непременно сбудется. Его лучше интерпретировать как сигнал раннего предупреждения, воздействующий на сознание активных элементов системы. Обычно осознание беспорядка помогает избавиться от него.

При составлении описания необходимо попытаться вызвать резонанс в активных элементах системы и сподвигнуть их к выработке коллективного образа желаемого будущего. Для этого необходимо ясное понимание того, как обстоят дела в настоящий момент и к каким нежелательным последствиям они могут привести. Только тогда может возникнуть коллективное желание к переменам.

Коллективный образ желаемого будущего вырабатывается в процессе интерактивного моделирования. Однако чтобы склонить активные элементы системы к участию в этом процессе, необходим побудительный мотив. Как раз мотивом может послужить связанная интерпретация будущего беспорядка, который ожидает систему, если ничего не менять.

В конечном итоге в результате многослойного итерационного исследования системы мы должны выйти на формулировку проблемы, которая непосредственно подлежит решению. Как подступить к ее решению и что надо делать, чтобы с большой долей вероятности гарантировать получение приемлемого результата, рассматривается в следующей главе.

Резюме

В этой главе мы рассмотрели главный источник возникновения проблем в экономических системах и методы их идентификации. Как оказалось, эти проблемы являются внутренним порождением самих систем. Для своевременного обнаружения таких проблем и инициирования системных процедур их разрешения необходимы постоянный мониторинг внешнего окружения и периодическое сопоставление его ожиданий с внутренними возможностями системы.

Контрольные вопросы

1. Какие силы участвуют в формировании будущего мультиразумной экономической системы?
2. Как появляются препятствия на пути развития системы? Чем они вызваны?
3. В чем заключается цикличность процесса диагностирования проблемности исследуемой системы? Какие этапы включает одна итерация этого цикла?
4. Охарактеризуйте специфику и методологическое обеспечение работы на этапе анализа системы.
5. В чем заключается сущность и содержание работ на этапе анализа препятствий на пути развития исследуемой системы?
6. Какие методы и средства применимы на этапе анализа динамики исследуемой системы?
7. Дайте содержательную характеристику внутренней и внешней динамики системы. Докажите их органическую взаимосвязь.
8. В каких случаях возможна визуализация внешней динамики системы?
9. Перечислите известные вам средства визуализации динамики экономических систем. Охарактеризуйте их.
10. Что является исходным материалом для построения системной диаграммы?
11. Дайте системную характеристику понятию «беспорядок». Перечислите требования к его описанию.
12. Что может быть побудительным мотивом для проведения системного анализа нормально функционирующей системы?

Темы рефератов и эссе

- Препятствия на пути развития экономических систем: типы, примеры и способы преодоления.
- Параметризация функционирования и развития экономических систем.
- Средства визуализации динамики экономической системы.

Глава 22. Базовая методика системного анализа

Системный анализ представляет собой междисциплинарную прикладную науку, объединяющую теорию и практику, житейский опыт и формализованные знания. От первоначальной формулировки проблемы до ее ликвидации долгий путь. Он проходит через решение ряда задач, которое в общем виде укладывается в следующие этапы.

1. Формулирование проблемы и определение системы, в деятельности которой она существует.
2. Формирование проблематики.
3. Конфигурирование проблемы.
4. Постановка задачи.
5. Определение цели.
6. Определение критериев и ограничений.
7. Генерирование альтернатив.
8. Моделирование.
9. Синтез решения.
10. Реализация решения.

Рассмотрение содержания перечисленных этапов составляет основную задачу этой главы. В совокупности они образуют методику системного анализа, которую будем называть опорной, или базовой.

22.1. Формулирование проблемы

Для большинства наук и научных направлений отправной точкой, или начальным этапом исследования, является постановка задачи. В системном анализе это, как правило, промежуточный этап, которому предшествует длительная, кропотливая и сложная работа по структурированию исходной проблемы.

Начинается она из того, что инициатор проведения системных исследований (заказчик, клиент, руководитель, рационализатор) дает первоначальную формулировку проблемы. В большинстве случаев она только обозначает сферу интересов (как улучшить качество высшего профессионального образования? как мотивировать активную жизненную позицию молодых людей?) и содержит в себе лишь очень приблизительный намек на то, что, собственно, необходимо исследовать. Даже в том случае, когда первоначальная формулировка проблемы внешне имеет вполне конкретный характер (какой из вариантов проекта нефтепровода к тихоокеанскому побережью принять к исполнению? где в районе разместить новую по-

ликлинику? каковы оптимальные параметры современного компьютера для широкого пользователя?), это не означает, что так же будет звучать и постановка задачи. Такое положение дел обусловлено несколькими причинами.

Во-первых, проблемосодержащая система не является изолированной. Она связана с другими системами своего уровня, может входить составной частью в некоторую надсистему или включать в себя другие системы в качестве подсистем. Следовательно, при решении проблемы необходимо учитывать, как это скажется на окружении проблемосодержащей системы.

Во-вторых, формулируемая заказчиком постановка задачи является его представлением, или *моделью*, реальной проблемной ситуации. Как правило, это представление является упрощенным и приблизительным. Поэтому следует проверять предложенную формулировку на адекватность, что приводит к необходимости ее уточнения, дополнения и расширения.

Отмеченные причины обязывают аналитика считать любую исходную формулировку проблемы лишь «нулевым приближением» постановки задачи на проведение системного исследования и обуславливают состав и содержание работ на двух последующих этапах системного анализа.

22.2. Формирование проблематики

Открытость и многосторонние связи проблемосодержащей системы обуславливают необходимость относиться к решаемой проблеме не как к отдельно взятой, а как к совокупности взаимосвязанных с ней проблем. Для обозначения этой совокупности используют термин *проблематика*. Следовательно, на втором этапе системного анализа существующая проблема расширяется до проблематики путем ее (проблемы) проецирования на интересы каждой системы из ближайшего окружения, тем или иным образом связанной с проблемосодержащей системой.

При анализе экономических систем в ближайшее окружение проблемосодержащей системы, как правило, включают системы, представляющие следующие заинтересованные стороны:

- 1) *заказчика*, т.е. того, кто ставит проблему, заказывает и оплачивает проведение системного анализа;
- 2) *лиц, принимающих решения*, т.е. тех, от полномочий которых непосредственно зависит решение проблемы;
- 3) *активных участников решения проблемы*, т.е. тех, чьи усилия потребуются в процессе проведения системного анализа;

4) *пассивных участников решения проблемы*, т.е. тех, на ком скажутся (положительным или отрицательным образом) последствия решаемой проблемы;

5) *системного аналитика и его группу*, т.е. тех, кто непосредственно проводит системный анализ и вырабатывает управляющие воздействия, чтобы решить или, по крайней мере, ослабить существующую проблему.

Последняя позиция в приведенном перечне — это своеобразная мера безопасности, минимизирующая влияние системного аналитика, как наиболее активного элемента аналитического процесса, на других заинтересованных лиц.

Заинтересованность в данном случае следует понимать в широком смысле, включая в перечень и тех, кто на самом деле не заинтересован в решении проблемы и может сопротивляться грядущим переменам. Каждая из заинтересованных сторон имеет собственное видение проблемы, на основании которого строит свое отношение к ней. Существенное ослабление или исчезновение проблемы приведет к появлению, ослаблению или исчезновению их собственных проблем. Формулировка проблематики в том и заключается, чтобы дать развернутую картину того, *кто* из ближайшего окружения системы (поставщики сырья и комплектующих, покупатели продукции, дилерские организации и т.д.) и *в чем* заинтересован, а также какие изменения и почему они хотят привнести в решение проблемы.

Такого рода информация может быть получена в ходе непосредственного интервьюирования представителей заинтересованных сторон и/или проведения социологических опросов. Сценарии интервью при этом, формы и содержание опросных анкет, а также сводных таблиц в каждом конкретном случае индивидуальны и являются элементом творчества системного аналитика и его команды. К их составлению предъявляется одно принципиальное требование: содержащейся в них информации должно быть достаточно для формирования адекватной проблематики решаемой проблемы. При этом адекватность необходимо обеспечить в пространственном, временном и историческом аспектах. По сути дела, проблематика должна дать ответ на вопрос, какие существующие обязательства и прошлый опыт заставляют именно эти заинтересованные стороны именно в данной культурной среде, включающей именно эти ценности, воспринимать текущее состояние дел как проблему. Чтобы ответ на этот вопрос был полным, его следует дать на всех языках конфигуратора. Но об этом в следующем параграфе.

22.3. Конфигурирование проблемы

Одним из ключевых результатов расширения проблемы до проблематики является перечень тех точек зрения, которые необходимо учесть при решении проблемы. Более того, следует иметь в виду, что процесс рассмотрения исходной проблемы из каждой конкретной точки зрения может описываться с помощью своего специфического языка. Совокупность всех языков, на которых будет описываться решаемая проблема, называют *конфигуратором системы*. Число языков, входящих в конфигуратор, должно быть достаточным для отражения всех существенных сторон решаемой проблемы.

Если число заинтересованных сторон слишком велико, то появляется настоятельная необходимость в уменьшении размерности построенной проблематики; это достигается агрегированием. Простейший способ агрегирования состоит в установлении отношения эквивалентности между близкими точками зрения. При этом в самом начале необходимо четко определить, по какому принципу будет проводиться агрегирование: по принципу *искусственной классификации*, т.е. образования классов для удобства, или *природной кластеризации*, т.е. определения естественной общности определенных точек зрения.

В любом случае, удалось уменьшить размер проблематики или нет, необходимо очертить совокупность всех существенных отношений, в разрезе которых будет решаться исходная проблема. А для системного анализа это не что иное, как задать структуру некоторой надсистемы, построенной на имеющейся проблематике (*проблематической надсистемы*). В основе этой надсистемы лежит проблемосодержащая система.

Не исключено, а в большинстве случаев абсолютно вероятно, что в исходной проблематике будут заинтересованные стороны с противоположными или взаимоисключающими точками зрения. В этом случае при определении конфигурации проблемы важно задать *структуру проблематической надсистемы* во всех ее существенных отношениях (разрезах). В остальных отношениях структура сложится стихийным образом. Следовательно, совокупность всех существенных отношений в проблематической надсистеме будет определять *конфигурацию решаемой проблемы*, которая должна содержать разработку стольких подструктур, сколько языков или различающихся точек зрения на проблему включено в ее конфигура-тор. На данном этапе системного анализа главным является предположение о том, что такая совокупность точек зрения исчерпывающим образом позволяет описать исходную проблему и содер-

жащую ее систему. В данном случае речь идет не об абсолютной полноте, а о полноте, связанной с целью анализа.

22.4. Постановка задачи

Теперь, располагая первоначальной формулировкой подлежащей решению проблемы, ее проблематикой и конфигурацией, можно приступить к постановке задачи. Кроме собственно задания на проведение аналитических работ задача должна подсказывать направление поиска возможных вариантов решения проблемы. Например, первоначальная формулировка проблемы «как улучшить качество высшего профессионального образования» может быть трансформирована в следующую рабочую формулировку: как сохранить и приумножить традиции отечественной системы высшего профессионального образования, которые обеспечат ее конкурентные преимущества в условиях интеграции в Болонский процесс.

Для еще большей определенности данную формулировку можно дополнить условиями, предопределяющими желаемые направления трансформации отечественной системы образования исходя из реальной конфигурации исходной проблемы. Эти условия в первую очередь должны задавать границы, глубину и этапность интеграции российской высшей школы в Болонский процесс. В частности, в такой перечень обязательно должны входить следующие условия-направления:

- выработать правила и определить перечень специальностей, которые будут переведены на систему «бакалавр-магистр»;
- разработать варианты гармонизации учебных планов и программ трансформируемой части отечественной системы ВПО;
- предложить методики гармонизации отечественной и западной системы оценки знаний студентов;
- определить принципиальную возможность и насущную необходимость упразднения сложившейся в нашей стране системы аттестации научных кадров и замены ее западной системой «магистр-доктор» и т.д.

В зависимости от глубины проработки проблемы на предшествующих трех этапах системного анализа этот перечень может быть большим, а может отсутствовать полностью. Тем не менее рабочая формулировка проблемы, подкрепленная перечнем условий или без него, должна нацеливать аналитика на поиск вариантов ее решения.

В зависимости от характера проблемы ее окончательное решение может иметь разный вид. В одних случаях это будет целевая программа, в других — решение по реорганизации проблемосодержащей системы; в третьих — решение по совершенствованию ее механизма управления, в четвертых — решение по перераспределению имеющихся ресурсов и т.д. В любом случае это должно быть управленческое решение, реализация которого позволит устранить имеющуюся проблему или, по крайней мере, ослабить ее проявление.

Таким образом, на четвертом этапе системного анализа основные усилия аналитика направлены на перевод существующей проблемы в приемлемую постановку задачи принятия решения.

22.5. Определение целей

На данном этапе системного анализа определяется, *что* необходимо сделать для решения или уменьшения существующей проблемы. Ранее, формулируя проблему, мы в явной форме обозначили, что нам не нравится или не устраивает нас в исследуемой системе. Поскольку цель является антиподом проблемы, на данном этапе необходимо четко сформулировать, чего же мы хотим от системы, поскольку то, чего мы не хотим, уже существует. Другими словами, мы должны определить направление, в котором следует уходить от существующей и не устраивающей нас ситуации. Трудность состоит в том, что возможных направлений много, а выбрать нужно только одно — правильное и эффективное.

Поскольку в разрешении проблемы, как правило, заинтересовано много лиц и сторон, постольку пришлось расширить проблему до проблематики, что было успешно осуществлено. Стремление удовлетворить все заинтересованные стороны при решении проблемы для данного этапа системного анализа приводит к *множественности целей*. Даже если все частные цели объединены одной формулировкой «глобальная цель», они существуют и неизменно проявятся при ее декомпозиции. Заметим, что в данном параграфе мы рассматриваем вопросы определения целей только самого верхнего уровня, поскольку цели последующих уровней иерархии могут быть получены алгоритмическим путем.

При выборе частной цели конкретной заинтересованной стороны необходимо учитывать систему ценностей, которой она придерживается. Носителями системы ценностей в экономических и организационных системах в первую очередь являются лица, принимающие решения. Однако не исключено, что для установления истинной системы ценностей заинтересованной стороны потребуется

изучение мнений менеджеров среднего звена, специалистов и даже линейных исполнителей. Вопрос о системе ценностей, по существу, предопределяет выбор конфигуратора, т.е. набора языков, на которых будут сформулированы цели системного анализа.

На формулировку целей налагается одно существенное ограничение: цели должны излагаться в *номинальной шкале*. Это означает, что они могут быть названиями (10%-ное повышение производительности труда) или текстовыми предписаниями (к концу года добиться увеличения объемов продаж на 20%). Употребление более сильных шкал, по существу, представляет собой переход от целей к критериям, что надлежит осуществить на следующем этапе системного анализа.

Процесс целеполагания сопровождается большая опасность *смещения целей*. Обычно такая ситуация возникает тогда, когда специалисты-профессионалы, участвующие в решении проблемы, навязывают свое видение мира и подменяют истинные цели системного анализа своими. Например, среди хирургов нередко можно услышать: операция прошла успешно, но пациент умер. Это означает, что хирург подменил истинную цель лечения, заключающуюся в выздоровлении пациента, своей собственной — в точности выполнить план операции. Такое же может случиться, когда, отдав охотничью собаку кинологу на воспитание, через некоторое время вместо обычной рабочей собаки можно получить победителя выставки. В экономической сфере имеется большое количество отмеченных конкурсными призами рекламных плакатов, которые не оказали никакого влияния на сбыт рекламируемой продукции.

Не редко на этапе целеполагания истинные *цели подменяются средствами* их достижения. Например, в одном исследовании проблемы «где лучше разместить новую больницу» выяснилось, что действительная цель заключалась в улучшении медицинского обслуживания населения, и среди предложенных альтернатив нашлись более эффективные способы использования имеющихся ресурсов, нежели строительство новой больницы. Классическим проявлением подмены целей в экономике является перепроизводство продукции. Запланированные рубежи достигнуты, ресурсы потрачены, а достигнута ли истинная цель — неизвестно.

Очень часто первоначально сформулированные цели по мере проведения системного анализа изменяются или отменяются совсем. Это вызвано тем, что субъект, цели которого должны быть учтены в системном анализе, сам не может их осознать и четко сформулировать. Со временем по мере исследования предметной области ситуация проясняется, цели приобретают конкретные очер-

тания и уточняются их формулировки. Более того, изменение первоначальных целей по содержанию может происходить вследствие изменения объективных условий или субъективных установок, влияющих на выбор целей. Таким образом, целеполагание должно предусматривать возможности уточнения, расширения и даже замены первоначальных целей системного анализа.

Основные трудности при определении целей следующие:

- 1) цель — это описание желаемого будущего, в чем легко ошибиться или допустить неточные формулировки;
- 2) так как проблему нельзя отрывать от проблематики, то цель редко бывает единственной;
- 3) формирование целей заинтересованных сторон осуществляется с учетом существующих систем ценностей, которые, как правило, различны, а то и противоречивы;
- 4) при множественности целей существует опасность их смешения или подмены средствами, которые должны обеспечить достижение целей;
- 5) цели могут меняться с течением времени.

На данном этапе системного анализа необходимо помнить, что определить правильную цель важнее, чем найти наилучшую альтернативу. Дело в том, что не самая лучшая альтернатива все-таки ведет к цели, пусть и не оптимальным путем, в то время как выбор неправильной цели никогда не приведет к решению проблемы, а станет причиной появления новых проблем.

22.6. Выбор критериев

Для того чтобы правильно сделать выбор в пользу того или иного пути разрешения проблемы, необходимо иметь средства для сравнения допустимых альтернатив. Таким средством служат *критерии*. В данном случае под критерием понимают любое основание сравнения альтернатив. Это означает, что критерием качества альтернативы может служить любой ее признак, значение которого можно зафиксировать как минимум в порядковой шкале. После того, как такая характеристика найдена (критерий определен), появляется возможность ставить задачи выбора и оптимизации.

Критерий — это подобие цели или ее модель. Конкретный критерий является проекцией (отображением) ценностей, воплощенных в целях, на параметры допустимых альтернатив. Определение значения критерия для данной альтернативы, по существу, является косвенным измерением степени ее пригодности как средства достижения цели. Другими словами, критерий представляет собой *количественную модель качественной цели*.

В дальнейшем при практическом решении конкретных задач цели заменяются критериями, которые отодвигают их на второй план. Следовательно, от критериев требуется как можно большее сходство с целями, чтобы оптимизация по критериям соответствовала максимальному приближению к цели. С другой стороны, критерии не могут полностью совпадать с целями уже хотя бы потому, что они фиксируются в разных шкалах: цели — в номинальных, критерии — в порядковой и выше.

Многокритериальность реальных задач связана не только с множественностью целей, но и с тем, что одну цель редко удается выразить одним критерием. Это и понятно, поскольку, как всякая модель, критерий лишь приближенно отображает цель, и адекватность одного критерия может оказаться недостаточной. Например, число студентов, приходящихся на одного преподавателя, не однозначно связано с качеством подготовки специалистов в вузе, а большая капитализация компании далеко не гарантирует конкурентных преимуществ ее продукции на рынке.

В этих случаях решение может состоять не столько в поиске более адекватного критерия (возможно, его и не существует), сколько в использовании нескольких критериев, описывающих одну цель по-разному и дополняющих друг друга. Так, опыт формирования критериев для достижения достаточно ясной цели повышения качества подготовки специалистов в вузе показывает, что наряду с упомянутым критерием «число преподавателей на одного студента» необходимо учитывать расходы на студента в год, объем бесплатно предоставляемого времени для работы в компьютерных сетях, число выпускников данного вуза, зарегистрированных на бирже труда, долю профессорско-преподавательского состава с учеными степенями и званиями и т.д. Впрочем, очевидно, что и перечисленные критерии отражают только отдельные стороны качества подготовки специалистов.

Поскольку, с одной стороны, многокритериальность является способом повышения адекватности описания цели, а с другой — повышает сложность решения задачи, то необходимо минимизировать число используемых критериев при достаточно полном охвате цели. Это означает, что критерии должны описывать все важные аспекты цели, но при этом критериев должно быть немного. Последнее требование выполняется в том случае, если критерии являются независимыми и не связанными друг с другом.

Для обеспечения полноты и всесторонности охвата цели очень полезной является формальная модель проблемной ситуации, включающая три взаимодействующих компонента (рис. 22.1):

- проблемосодержащую систему, в которой существующая ситуация воспринимается как проблема;
- проблеморазрешающую систему, которая может так повлиять на ход событий, что проблема исчезнет полностью или ослабнет;
- внешнюю среду, в которой существуют и с которой взаимодействуют обе системы.

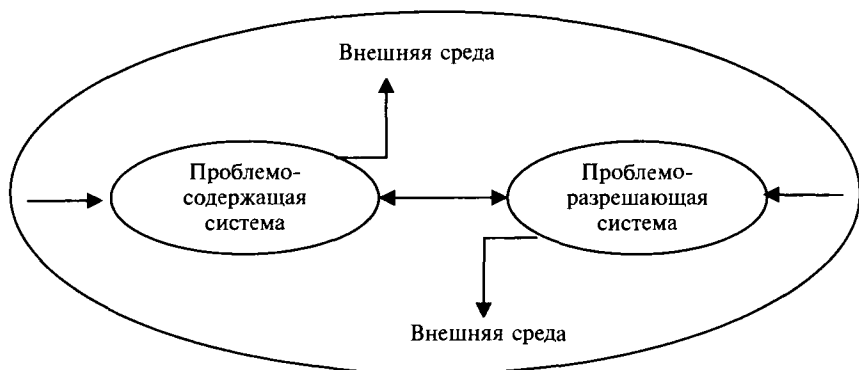


Рис. 22.1. Формальная модель проблемной ситуации

Применительно к формированию критериев данная модель позволяет не только повысить полноту набора критериев, но и структурировать этот набор, установив такие различия между критериями, которые впоследствии облегчат постановку оптимизационных задач. Отправной точкой структуризации критериев является то, что характер целей для трех компонентов проблемной ситуации различен: для проблемосодержащей системы это цели достижения (главное — разрешить проблему); цели проблеморазрешающей системы связаны с рациональным расходом ресурсов на разрешение проблемы (главное — экономно решить проблему); а цели внешней среды носят пассивный, но обязательный характер (главное — не предпринимать ничего, что противоречило бы законам природы). Содержательная сторона этого процесса состоит в том, что происходит согласование ресурсов проблеморазрешающей системы с потребностями проблемосодержащей системы при ограничениях внешней среды.

Так возникают критерии *эффективности* (целевые критерии), подлежащие оптимизации, а также критерии *ограничения* и *сохранения*, требующие постоянства. Целевой критерий открывает возмож-

ности для выдвижения все новых и новых альтернатив в поисках наилучшей, а критерии-ограничения и критерии-сохранения, запрещаая некоторые из альтернатив, заведомо уменьшают их число. Одними целевыми критериями можно жертвовать ради других, а критерии-ограничения и критерии-сохранения исключать нельзя, они должны быть жестко соблюдены. В этом смысле расширение спектра целевых критериев усложняет работу системного аналитика, а расширение спектра критериев-ограничений и -сохранений — упрощает ее.

22.7. Генерирование альтернатив

Генерирование альтернатив является очень трудным и очень творческим этапом системного анализа. Его сущность заключается в поиске идей, подходов, предложений и рекомендаций, на множестве которых будет формироваться базовый перечень допустимых вариантов решения исходной проблемы, который еще называют перечнем *допустимых альтернатив*. И если в этот перечень по каким-то причинам не попала наилучшая альтернатива, то никакие методы выбора, никакие изоэренные процедуры сравнения альтернатив и, тем более, никакие инструментальные средства их поддержки ее не обнаружат. Следовательно, на данном этапе системного анализа необходимо мобилизовать все силы и интеллектуальные ресурсы для того, чтобы в перечень допустимых альтернатив попали действительно стоящие альтернативы, в том числе и оптимальная.

В этой связи очень важно генерировать как можно больше альтернатив. Большое число альтернатив обеспечит большую вероятность попадания наилучшей альтернативы в исходный перечень. В практике системного анализа существуют различные способы выполнения этого требования. Наиболее распространенные из них заключаются в следующем:

- поиск идей в Интернете, патентных фондах, научной литературе и других информационных ресурсах;
- интервьюирование и анкетные опросы заинтересованных лиц;
- привлечение квалифицированных экспертов, имеющих разную подготовку, разный опыт и работающих в разных предметных областях;
- комбинирование имеющихся альтернатив и образование промежуточных вариантов (т.е. не «либо-либо», а «кроме того еще и»);

- модификация альтернатив, т.е. формирование альтернатив, лишь частично отличающихся от первоначальных;
- включение альтернатив противоположных предложенным, в том числе и «нулевой» альтернативы — естественного развития событий без нашего вмешательства («не делать нечего»);
- включение в рассмотрение альтернатив, которые на первый взгляд кажутся неприемлемыми и надуманными;
- генерирование альтернатив, рассчитанных на разные интервалы времени (долгосрочные, краткосрочные, немедленные).

Перечисленные приемы отражают только техническую сторону дела и далеко не гарантируют формирования достойного и качественного набора альтернатив. Для мобилизации и как можно более полного раскрытия творческого потенциала аналитической группы, заказчика и других заинтересованных сторон, принимающих участие в выполнении работ на данном этапе системного анализа, требуется надлежащее обеспечение творческой обстановки и должная организационно-методическая поддержка творческого процесса.

Существует много факторов, способствующих реализации творческого потенциала индивидуума, и еще больше факторов, сдерживающих и подавляющих его творческую работу. Здесь и эмоциональная индивидуальность восприятия действительности, и инерционность мышления, и стереотипы, и внешняя обстановка, и физическое состояние, и климатические условия и много-много других. Однако наиболее сильное влияние на индивидуальное творчество оказывают социальные условия, состояние общества и корпоративная культура. Одобрение определенной социальной группы — один из самых сильных стимулов для творчества человека.

Что касается организационно-методической поддержки творческого процесса, то существует множество рекомендаций, как самому генерировать новые альтернативы или как создать условия для того, чтобы другие участники этого процесса лучшим образом реализовали свои возможности.

Стремление к формированию как можно большего перечня исходных альтернатив может привести к тому, что их число будет внушительным. Очевидно, что подробный анализ каждой альтернативы приведет к неприемлемым затратам времени и ресурсов. В таких случаях рекомендуется провести отсев: имеющиеся альтернативы не сравниваются количественно, а лишь проверяется присутствие в них некоторых желательных качественных признаков. Признаками «хороших» альтернатив являются устойчивость при изменении внешних условий, надежность, адаптивность, отсутствие побочных эффектов и другие «практичные» характеристики. Тем не

менее предварительный отсев не рекомендуется проводить слишком жестко. Для детального анализа понадобится хотя бы несколько альтернатив.

22.8. Моделирование

На данном этапе системного анализа стоит задача увязать воедино глобальную цель системы, ее критерии и ограничения с допустимыми альтернативами таким образом, чтобы получить возможность сравнивать эффективность определяемых ими путей достижения цели. Такая увязка осуществляется посредством моделирования, конечный результат которого — модель — и представляет собой тот клубок, в котором в концентрированном виде сосредоточены и взаимно переплетены все ключевые аспекты решаемой проблемы.

Характер формируемой модели в первую очередь определяет конфигуратор проблемы, т.е. языки, на которых она описана с позиций всех заинтересованных сторон. Следовательно, характер модели, ее адекватность реальной ситуации и продуктивность — выработка необходимых управляющих воздействий на проблемосодержащую систему — в исключительной мере зависят от выразительных способностей языков, входящих в конфигуратор проблемы, и допустимых манипуляций (операций) на множестве языковых конструкций каждого из них.

Хорошо, если конфигуратор проблемы включает только один язык, и вообще идеально, когда это язык системных диаграмм. Тогда у системного аналитика появляется возможность, не прибегая к услугам других специалистов, установить структуру внутренней динамики системы, найти точки приложения корректирующих воздействий и определить характер этих воздействий. Вообще говоря, к построению системных диаграмм необходимо прибегать всегда. Результаты их анализа будут полезны на каждом этапе системного анализа. Так, на этапах формулирования проблемы, формирования проблематики к конфигурации проблемы они помогут более точно сформировать перечень элементов системы и установить ее границы. Информация о наиболее эффективных точках приложения усилия для изменения поведения системы на исследуемом горизонте будет полезна на этапах постановки задачи, цели исследования системы и формирования критериев ее достижения. На этапе генерирования альтернатив эта информация позволит определить возможные направления поиска допустимых вариантов решения проблемы и сконцентрировать на них усилия аналитической группы. А ус-

пешное применение системных диаграмм на этапе моделирования может вообще привести к окончательному решению проблемы.

Неплохо, если конфигуратор проблемы ограничивается одним математическим языком. Тогда существует большая вероятность того, что удастся построить конструктивную математическую модель, которая с необходимой степенью адекватности и точности будет отражать все существенные для исследуемой проблемы свойства системы. В данном случае конструктивизм модели означает наличие хорошо опробованных методов ее решения, позволяющих получать вполне приемлемые результаты для выработки необходимых управленческих воздействий. Однако даже в том случае, когда такие методы отсутствуют, всегда имеется возможность найти их.

К сожалению, в реальной жизни такие проблемы, для моделирования которых достаточно одной точки зрения, а следовательно, и одного языка, встречаются редко. Как правило, в разрешении проблемы заинтересован целый круг сторон, каждая из которых для ее описания использует свой язык. Если все языки конфигуратора проблемы допускают формализацию, то может быть построен целый комплекс локальных моделей проблемной ситуации, обеспечивающих поиск приемлемого для всех (или для большинства) управленческого решения. Такой вариант в системном анализе также считается хорошим.

Наиболее часто наряду с формализованными языками описания предметной области в конфигуратор проблемы входят естественные языки, не допускающие формализации, в том числе и обыденный русский язык. В этих случаях моделирование проблемной ситуации носит фрагментарный характер. Его результатом является некоторое описание предметной области, которое наряду с формализованными локальными моделями включает неформализованные участки. Но и такой вариант смешанного вербально-модельного описания предметной области неплох при проведении системного анализа. Наряду с алгоритмизированной генерацией решений для формализованной части этого образования оно позволяет мобилизовать опыт и интуицию специалистов при выработке таких же решений в неформализованной части за счет локализации ее подпроблем и сфокусированного на них выбора организационных методов поддержки.

И самый худший вариант, когда все языки конфигуратора проблемы не допускают формализации. Но и в этом случае возможны определенные схемные построения над фрагментами текстового описания проблемной ситуации, которые в конечном итоге облегчат поиск решения исходной задачи, но уже на последующем этапе системного анализа.

22.9. Синтез решения

Если проблемная ситуация описывается единой моделью (причинно-следственной или математической), то реализация последней автоматически приводит к искомому результату. То есть этапы моделирования и синтеза решения в этом случае объединяются и реализуются одновременно. Во всех других случаях поиск решения, которое будет подлежать реализации как средство ликвидации или уменьшения существующей проблемы, выделяется в отдельный самостоятельный этап системного анализа. Его суть заключается в том, чтобы на основании сравнения отдельных альтернатив (с помощью модели или без нее) выбрать оптимальную.

В случае множества заинтересованных сторон выбранное решение вряд ли наилучшим образом будет удовлетворять каждую сторону. Поэтому оптимальным для системного анализа является то решение, которое обеспечивает улучшение функционирования системы с точки зрения хотя бы одной заинтересованной стороны при отсутствии ухудшения с точки зрения других заинтересованных сторон. Здесь происходит не просто целевое сужение множества допустимых альтернатив, как при решении оптимизационной математической задачи, а некий синтез (согласование) частных решений, генерированных в соответствии с пожеланиями каждой заинтересованной стороны. При этом не важно, получены эти частные решения с помощью моделей или иначе, опираются они на некоторые объективные закономерности или исключительно на опыт и интуицию лиц, принимающих решения.

Следовательно в процессе реализации этого этапа системного анализа необходимо определенное сочетание логики, инженерии и искусства. Пропорции и способы такого сочетания интуитивного с рациональным не установлены. Пожалуй, их и невозможно установить в отрыве от конкретной задачи и конкретной ситуации. Они зависят от системного аналитика, его знаний, квалификации и опыта, от того, какой объем объективной и априорной информации имеется в его распоряжении, от характера ожиданий заказчика и степени его влияния на аналитическую группу и еще ряда факторов.

22.10. Реализация решения

Любое решение, выработанное в ходе проведения системного анализа, должно быть реализовано. Более того, кроме непосредственного решения проблемы внедрение в практику результатов системного анализа преследует цель дальнейшего развития системы. Применительно к экономическим системам это связано не столько

с наличными ресурсами, сколько с умением их использовать. Развитие больше зависит от знаний и информации, чем от денег и материальных ресурсов. Недостаток денежных и материальных ресурсов может приостановить рост системы, но не ее развитие. Практика показывает, что по мере своего развития экономическая система становится все менее зависимой от материальных ресурсов — она стремится их добывать или производить сама. Об этом свидетельствует опыт становления и развития вертикально интегрированных компаний как в России, так и во всем мире.

С другой стороны, развитие экономического предприятия интерпретируется как желание удовлетворять свои и чужие потребности. Такое развитие связано с обучением. Поскольку обучаться за других невозможно, то становится ясным, что развивать экономическую систему извне также невозможно. Единственный способ развития — это самообучение. Поэтому компания для обеспечения выживания и дальнейшего развития в условиях ужесточения конкуренции стремится трансформироваться в *самообучающуюся организацию*.

Полноценное внедрение результатов системного анализа, обеспечивающее дальнейшее развитие анализируемой системы возможно только при участии заинтересованных сторон. Как обеспечить участие всех сторон во внедрении полученных результатов, как координировать их совместную работу, когда и при каких условиях системные аналитики могут быть представителями других участников процесса, какие коллизии могут возникнуть во взаимоотношениях заказчика и исполнителей системного анализа, как разрешать конфликтные ситуации и много других сопутствующих вопросов изучает специальный раздел системной методологии — теория практики, основные положения которого приводятся в заключительной главе этого учебника.

Резюме

Совершенствование системного анализа, как и любой другой человеческой деятельности, состоит в его алгоритмизации. Приведенную здесь типовую методику системного анализа следует расценивать как «первое приближение» его алгоритма. Последующие опыт и практика будут вносить в него изменения и уточнения до тех пор, пока не придадут системному анализу статус инженерной специальности. В настоящее время в его методологии содержится больше науки и искусства, чем аналитики и инженерии.

Контрольные вопросы

1. Перечислите этапы типовой методики системного анализа.
2. В чем заключается содержание системного анализа на этапе формулировки проблемы?
3. В чем заключается содержание понятия «проблематика» в системном анализе?
4. Какие заинтересованные стороны следует включать в ближайшее окружение проблемосодержащей системы?
5. Каково содержание результатов системного анализа на этапе формирования проблематики?
6. Что представляет собой конфигуратор проблемы?
7. В каких случаях необходимо уменьшить размерность построенной проблематики? Как это реализуется?
8. Что представляет собой проблематическая надсистема? Как она формируется?
9. Каково взаимоотношение структурой проблематической надсистемы и конфигуратором проблемы?
10. В чем заключается содержание системного анализа на этапе постановки задачи?
11. Какие смысловые компоненты должна содержать качественная постановка задачи?
12. В чем заключается содержание системного анализа на этапе определения целей?
13. Какие ограничения налагаются на формулировку целей?
14. Назовите причины изменения целей по ходу системного анализа.
15. Как влияет система ценностей заинтересованных сторон на определение целей системного анализа?
16. Для чего нужны критерии в системном анализе?
17. Как соотносятся между собой понятия «цель» и «критерий»?
18. В чем заключается причина многокритериальности задач системного анализа?
19. Постройте формальную модель проблемной ситуации, используемую на этапе выбора критериев.
20. В чем заключается разница между целевыми критериями и критериями-ограничениями? Как они влияют на работу системного аналитика?
21. В чем заключается содержание системного анализа на этапе генерирования альтернатив? Приведите наиболее распространенные способы, позволяющие генерировать большое число альтернатив.
22. Назовите наиболее известные способы организационной поддержки процесса генерирования альтернатив.
23. В чем заключается содержание системного анализа на этапе моделирования?

24. Чем определяется характер моделей используемых в системном анализе? От чего зависит их качество?
25. Как взаимосвязан конфигуратор проблемы с ее моделью? Какие при этом возможны варианты решения проблемы?
26. На каких этапах системного анализа и каким образом используются системные диаграммы?
27. В чем заключается содержание системного анализа на этапе синтеза решения?
28. В чем заключается специфика реализации системных решений?
29. Почему в экономических системах эффективная реализация результатов системного анализа возможна только в рамках самообучающейся организации?

Темы рефератов и эссе

- Самообучающаяся организация.
- Цели реформирования системы образования.
- Вертикально интегрированные компании.

Глава 23. Особенности решения экономических проблем

В отличие от технических систем, проблемы которых представляют собой то, что непосредственно подлежит решению, в экономических системах даже явно сформулированная проблема тщательно изучается и структурируется в целях выяснения того, что собственно необходимо решать. В противном случае можно приступить к решению не той проблемы. Слабая структурированность экономических проблем диктует повышенные требования к всесторонности, цельности и гармоничности системного анализа. Их выполнение обеспечивается соблюдением множества правил и рекомендаций. Отдельные правила заслуживают того, чтобы на них остановиться подробнее.

23.1. Как обеспечить максимум представительности и минимум конфликтности

При выявлении заинтересованных сторон в перечень участников проблемной ситуации обязательно необходимо включать:

- индивидов и организации, интересы которых непосредственно пострадали в данной проблемной ситуации;
- индивидов и организации, оказавшиеся в выигрыше в сложившейся обстановке, нашедшие возможность использовать ее для получения благ и заинтересованных в ее сохранении без изменений;
- активные силы, способствующие решению проблемы;
- организации и лиц, наделенных властью, достаточной для решения проблемы;
- другие стороны, которые в силу разных причин не имеют возможности выразить свою причастность к проблемной ситуации, но которых в той или иной степени заденут результаты ее решения;
- прошлые и будущие поколения.

Включение в перечень заинтересованных сторон прошлых и особенно будущих поколений является нашей моральной обязанностью. Морально допустимым в системном анализе является все то, что не ухудшит положения будущих поколений.

Наличием многих заинтересованных сторон обусловлено наличие разных, часто противоположных и несовместимых взглядов на мир. Это может быть причиной всевозможных конфликтов. То, как обеспечить целостность и единство экономической системы при

наличии разногласий у ее элементов, представляет собой очень актуальную задачу современности.

Исторический опыт подтверждает, что применение силы, принесение интересов меньшинства в жертву интересам большинства приводит к тому, что жертвой может стать каждый. Это относится и к демократическим формам выработки коллективных решений. Выясняется, что суть демократии не в принятии решений большинством голосов, а в защите интересов меньшинства и соблюдении интересов каждой отдельной личности.

Тем не менее в конфликтных ситуациях вопрос о совместном существовании противоположных взглядов переходит в практическую плоскость. Какие же действия по изменению ситуации допустимы, а какие нет? Высокоморальное требование — считать приемлемыми только такие изменения, которые улучшают ситуацию с точки зрения хотя бы одного его участника и не ухудшают ее с точки зрения всех остальных — часто приводит к невозможности внесения каких-либо изменений вообще.

Лучшим решением в этом случае является консенсус. Достичь его часто трудно, но редко невозможно. Достижение консенсуса — удел лидера. Когда затрагиваются рациональный, эмоциональный и культурный аспекты поведения, без лидера не обойтись. Выработка общего мнения целиком зависит от его таланта.

Надо заметить, что общее мнение далеко не то же самое, что подчинение меньшинства большинству. Здесь речь идет не о единогласии, а о соглашении действовать. Никому не позволено затягивать или саботировать процесс, отворачиваться от проблемы в надежде на то, что в конце концов она сама собой решится. Отрицательное решение — это не что иное, как выбор существующего положения дел.

Для интеграции сотрудников необходимо формирование такой организационной структуры, в рамках которой все могут действовать как независимые участники с правом индивидуального выбора, оставаясь при этом ответственными звеньями единого целого, т.е. выбора коллективного. Результативность и эффективность мультиразумной экономической системы, таким образом, зависит не столько от управления действиями ее работников, сколько от управления их взаимодействиями. Работники могут сотрудничать в одном направлении, соревноваться в другом и конфликтовать в третьем — и все это одновременно.

В основе тех или иных отношений между работниками или их группами, как правило, лежат либо цели, либо средства, либо то и другое. С учетом такой двухмерности взаимодействия участников

возможны четыре типа отношений между ними: конфликт, сотрудничество, соревнование и коалиция (табл. 23.1).

При *конфликте* каждая сторона стремится снизить ожидаемую ценность результата для другой стороны. *Сотрудничество*, наоборот, заключается в стремлении повысить ожидаемую ценность результата исходя из того, что он является общим. *Соревнование* характеризует ситуацию, в которой конфликт на низшем уровне служит для достижения общей для обеих сторон цели высшего уровня. *Коалиция* образуется, когда участники, преследующие разные цели, соглашаются объединиться для ликвидации общего препятствия.

Таблица 23.1. Типы отношений между элементами социокультурной системы

<i>Средства</i>	<i>Цели</i>	
	<i>Несовместимы</i>	<i>Совместимы</i>
<i>Несовместимы</i>	Конфликт	Соревнование
<i>Совместимы</i>	Коалиция	Сотрудничество

Чтобы организация могла служить своим членам, равно как и окружающей среде, она должна уметь справляться с конфликтами. Эффективное управление конфликтами является насущной и вполне разрешимой задачей. Существует по крайней мере четыре способа устранения конфликтной ситуации: разрешение, урегулирование, игнорирование и освобождение.

Разрешение конфликта означает такой способ действия, при котором одна из сторон получает все, а другая — ничего. Иными словами, это результат игры с нулевой суммой, когда есть победитель и побежденный. *Урегулирование* конфликта означает действия, при которых результат будет достаточно благоприятным и допустимым для обеих сторон. Иначе говоря, это компромисс. *Игнорирование* конфликта означает пассивное пережидание в надежде на то, что он сам собой ослабнет. Другими словами, это политика невмешательства. *Освобождение* от конфликта означает такое изменение природы и/или среды того объекта, внутри которого возникло противоречие, которое ведет к освобождению от конфликта.

Цели и средства представляют собой взаимодополняемые и взаимозаменяемые понятия. Цель часто служит средством достижения высшей цели. Следовательно, чтобы превратить конфликт в соревнование, необходимо найти цель более высокого уровня, общую для обеих сторон. Тогда несовместимые цели низшего уровня становятся разными средствами достижения общей цели.

Поиск общей цели высшего уровня может продолжаться до тех пор, пока не будет достигнут идеал — когда цели и средства сведутся воедино. Вероятность обнаружения общей цели вырастает по мере перехода на более высокие уровни иерархии. Но если даже на идеальном уровне не будет найдена общая цель, то конфликт следует считать неразрешимым в рамках существующего мировоззрения.

Если же консенсус невозможен или достигается на условиях, не позволяющих снять проблему, то можно вносить допустимые изменения, не решающие, а отодвигающие проблему. При этом создается новая ситуация, достигается какой-то выигрыш, что-то улучшается, ощущается движение вперед, накапливаются опыт и знания, которые впоследствии должны обеспечить окончательное решение проблемы. Это означает, что проблему, которую мы не можем решить в настоящее время, следует считать условием, с которым надо будет считаться до тех пор, пока мы не окажемся в состоянии изменить его.

23.2. Как бороться с недооценкой будущего

Отодвигание проблемы в будущее часто сопровождается ее недооценкой. Дело в том, что временная перспектива подобна пространственной: чем дальше от нас событие, тем меньший вес мы ему склонны придавать. На проблемы будущих поколений мы смотрим словно через уменьшительное стекло. Известно, например, что запасы природного топлива в мире могут закончиться к концу текущего столетия, а подавляющее большинство людей, кроме отдельных ученых, не придают этому ни малейшего значения.

Существуют объективные причины такого явления. Известно, что решение одних проблем, как правило, порождает массу других. В результате в модели будущего приходится рассматривать интенсивно ветвящиеся деревья вариантов. Непомерный рост числа будущих проблем приводит к невозможности учета их всех, и мы просто вынуждены сокращать их число, отсекая какие-то варианты и упрощая задачу.

При осуществлении этого вынужденного шага необходимо позаботиться о снижении неизбежных потерь. Существует по крайней мере два действенных приема обеспечения целенаправленного сокращения ветвей дерева вариантов:

- посредством сопоставления утрачиваемых возможностей, связанных с отсекаемой ветвью, с остающимися возможностями сохраняемых ветвей выбрать наименее «ущербный»

вариант для решения проблемы (метод нечисловой оптимизации);

- искусственно обеспечить усиление учета интересов будущих поколений, приписывая им нарастающие веса по мере отдаления от текущего момента.

Эти приемы позволяют компенсировать эффект недооценки будущего и обеспечивают нарастание значимости каждого последующего поколения. Только под таким углом зрения решение глобальных проблем современности, как-то утилизация ядерных отходов, уменьшение парникового эффекта, сохранение озера Байкал и т.п., можно считать допустимым. В противном случае непосредственное их решение лучше отложить на более поздние времена.

23.3. Как достичь объективности целей и точности критериев

При проведении системных исследований экономических систем очень трудно осуществить этап определения целей. Люди затрудняются в формулировании своих действительных целей или заблуждаются относительно них. Иногда некоторые цели сознательно скрывают, в других случаях они могут меняться с течением времени.

В распоряжении системного аналитика имеется минимум два действенных способа повышения объективности при определении целей исследуемой системы:

- анализ выборов в прошлом, поскольку в них проявляются истинные цели людей, осуществляющих выбор и, следовательно, содержится необходимая информация;
- выявление системы ценностей лица, принимающего решения, поскольку цели субъекта вытекают из его мировоззрения, которое, в свою очередь, определяется внутренней системой ценностей индивида.

Отсюда вытекает, что та роль, которую в естественных и искусственных системах играют объективные причины и причинно-следственные связи, в экономических системах принадлежит субъективным целям людей и их деятельности, направленной на осуществление своих целей.

Не лучше обстоит дело с выбором критериев. Многие цели трудно или даже невозможно описать количественно. В тех случаях, когда это удастся сделать, необходимо помнить, что критерий является лишь моделью цели. Он характеризует цель только косвенно, иногда лучше, иногда хуже, но всегда приближенно. Например,

уровень медицинского обслуживания населения оценивают по показателю «детская смертность», а успешность работы научного сотрудника оценивается по числу и объему его научных публикаций за отчетный период. Разумеется, что и в том и другом случае критерий лишь в какой-то мере отражает реальное положение дел.

Как отмечалось ранее, кроме критерия-цели в постановке задачи важную роль играют критерии-ограничения. Даже небольшие их изменения могут существенно сказаться на решении. Еще более разительный отрицательный эффект можно получить, снимая одни ограничения и добавляя другие. В этом действии содержится опасная ловушка при оптимизационном подходе к решению проблемы. Опасность заключается в том, что, не задав всех необходимых ограничений, мы можем одновременно с максимизацией или минимизацией основного критерия получить непредвиденные и нежелательные сопутствующие эффекты. Например, с приобретением богатства потерять друзей, а иногда и совесть.

Еще одна трудность в исследовании экономических систем связана со сложностью их формализованного описания. Сложные системы потому и сложны, что не поддаются полной формализации. Следовательно, полностью формализованные задачи, которые удается поставить при исследовании сложных систем, неизбежно будут частными и подчиненными. Поэтому формализация в таких исследованиях является не целью, а средством, а ее результаты — не конечный, а только промежуточный этап работы. То есть результаты решения формализованной задачи следует рассматривать как предварительные, вспомогательные данные в решении исходной проблемы.

Таким образом, высокая практичность формализации в технических системах не должна порождать предположений, что такой же эффект может быть достигнут при решении проблем экономических систем. В экономических системах математическое моделирование затруднительно и приводит к неточным и неустойчивым результатам. Чем сложнее система, тем осторожнее и скептичнее следует относиться к ее оптимизации.

23.4. Как обеспечить необходимую и достаточную вооруженность системного анализа знаниями

Нельзя сказать, что системный анализ в экономике уже сформировался в строгую прикладную науку. До настоящего времени многие решения системных аналитиков в экономике балансируют на грани здравого смысла, инженерии и искусства. Тем не менее накопленный опыт позволил выстроить этапность системного ана-

лиза экономических систем, определить круг решаемых задач в рамках каждого этапа и их методико-инструментальную поддержку. Типовую методику проведения системного анализа явления, процесса или системы экономической природы, не следует воспринимать как догму в каждом конкретном случае. Ее надо использовать как руководство к действию и каждый раз формировать собственную методику системного исследования проблемного экономического объекта.

При проведении системного анализа аналитик использует как формализованные знания, накопленные и зафиксированные его предшественниками, так и неформализованные, или житейские, обогащенные личным опытом. При этом и те и другие знания могут иметь разный уровень развития. Если ограничиться только двумя градациями знаний аналитика — высокие и низкие, — то можно построить табл. 23.2, характеризующую специфику аналитической деятельности.

Таблица 23.2. Вооруженность системного аналитика знаниями

<i>Неформализованные (житейские) знания</i>	<i>Формализованные знания</i>	
	<i>Высокие</i>	<i>Низкие</i>
<i>Высокие</i>	Более чем достаточная	Приемлемая
<i>Низкие</i>	Достаточная	Неприемлемая

Идеальный случай, когда системные исследования соответствуют первой четверти табл. 23.2 и проводятся с опорой на высокие формализованные и неформализованные знания аналитика. Но это возможно только в том случае, когда аналитик — крупный специалист в методологии системного анализа и до тонкостей знает исследуемую предметную область. Последнее требование выполнимо только тогда, когда аналитик является сотрудником исследуемой экономической системы или имеет богатый опыт исследования аналогичных систем.

Поскольку большей частью системные исследования проводятся силами приглашенных специалистов, то говорить о высоком уровне их житейских знаний в предметной области не приходится. В этом случае системные исследования соответствуют третьей четверти табл. 23.2, что также гарантирует высокую вероятность хорошего результата.

Вторая четверть табл. 23.2, как правило, соответствует случаю, когда предприятие или организация (экономическая система)

своими силами взялись за проведение системного анализа. Рассчитывать на приемлемый результат этого мероприятия можно, но это будет стоить больших затрат времени, а возможно, и ресурсов.

И наконец, последняя, четвертая четверть табл. 23.2 соответствует самому нежелательному варианту развития событий. Он возникает в том случае, когда по каким-то причинам (погоня за дешевизной, желание поддержать дружественную структуру и т.п.) компания ошиблась в выборе исполнителя своего заказа на системные исследования. Такой вариант ни к чему другому кроме затрат ресурсов и времени привести не может.

Из всего этого напрашивается один вывод, который, учитывая его важность для судьбы системного исследования, следует возвести в принцип. Он заключается в том, что естественная ограниченность формализованных знаний о методологии системного анализа у заказчика, с одной стороны, и невысокий уровень неформализованных знаний аналитиков в подлежащей системному исследованию предметной области, с другой стороны, вынуждают их сотрудничать. Если стороны действительно стремятся решить существующую проблему, то они должны неукоснительно следовать этому принципу и тесно сотрудничать на всех этапах проведения системного анализа. В этой связи взаимоотношения заказчика и системного аналитика необходимо уделять самое пристальное внимание. Но об этом в следующей главе.

Резюме

Приведенные в этой главе особенности и рекомендации подтверждают сложность системного анализа экономических систем. Их следует расценивать как некоторые меры предосторожности, соблюдение которых существенно повышает шансы получения приемлемых результатов.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается специфика формулирования проблем в экономике?
2. Как обеспечить целостность экономической системы при наличии разногласий ее элементов?
3. Кто несет ответственность за достижение консенсуса в конфликтной ситуации?
4. Перечислите возможные типы отношений между активными элементами экономической системы. Поясните их суть.

5. Перечислите возможные способы устранения конфликтной ситуации, возникшей в экономической системе. Дайте каждому из них содержательную характеристику.
6. Как следует поступить с проблемой, которую невозможно решить в настоящее время?
7. Как бороться с недооценкой интересов будущих поколений при проведении системного анализа?
8. Перечислите способы определения истинных целей лиц, принимающих решения, при проведении системного анализа в экономике. Дайте им содержательную интерпретацию.
9. Какие опасности подстерегают системного аналитика при манипулировании критериями-ограничениями?
10. В чем заключается различие результатов решения полностью формализованной задачи в технической и экономической системах?
11. Какие виды знаний нужны при проведении системного анализа? Какие их сочетания приемлемы для обеспечения положительного конечного результата?

Темы рефератов и эссе

- Утилизация ядерных отходов: состояние проблемы и особенности ее системного решения.
- Как учитываются интересы будущих поколений при решении экономических проблем современной России?
- Специфика формализации в экономических исследованиях.

Глава 24. Внедрение результатов системного анализа

Системный анализ относится к классу прикладных научных дисциплин. Его конечная цель — изменение существующей ситуации. Окончательное суждение о полезности проведенного системного анализа можно сделать на основании результатов его практического применения. Результаты зависят не только от правильности и обоснованности методов системного исследования, но и от того, насколько правильно и точно реализованы выработанные рекомендации. В практике системного анализа имеется много случаев, когда хорошие результаты были отвергнуты лицами, принимающими решения. А в других случаях внедренные в практику рекомендации использовались лишь до тех пор, пока их автор сам участвовал в процессе реализации.

24.1. Системная практика

Понимая сложность претворения в жизнь результатов системного анализа, авторитетные ученые в области его применения в экономике (Рассел Акофф, Джамшид Гараедаги, Питер Сенге и др.) выделили это в самостоятельный раздел современной системной методологии, который Рассел Акофф назвал *теорией практики*. Основная задача этого раздела заключается в исследовании условий эффективного применения полученных результатов системного анализа. Никакая, даже самая лучшая, теория практики не приведет к успеху, если базовая теория, результаты которой подлежат внедрению, недостаточно хороша. Как образно выразился по этому поводу Рассел Акофф, теория систем и теория практики подобны противоположным полам, необходимым для производства потомства.

Под *практикой* в данном случае понимается работа на заказчика, наделенного властью, достаточной для изменения системы теми способами, которые определены исследованием. Приверженцы этой теории подчеркивают, что в этой работе (особенно на начальных ее этапах) обязательно должны принимать участие все заинтересованные стороны. Поскольку предметом теории практики является эффективность внедрения результатов системного анализа, то под эффективной практикой следует понимать улучшение работы организации-заказчика с точки зрения хотя бы одной заинтересованной стороны и отсутствие ухудшения ее работы с точки зрения всех остальных.

Теперь логично остановиться на том, что представляет собой практикующий системный аналитик. По утверждению Рассела

Акоффа, это не тот, кто столкнувшись с проблематикой организации, собирает симптомы, ставит диагноз и выписывает рецепт, подобно врачу, имеющему дело с пациентом, а тот, кто оказывает поддержку и помощь, делает других способными справляться со своими проблемами более успешно, чем они это могут сделать без его помощи. Таким образом, системный аналитик более похож на учителя, чем на врача. Учителя знают, что они не могут научиться вместо своих учеников (которые должны научиться сами), но учителя могут помочь ученикам научиться большему и быстрее, чем это они сделают без учительской помощи.

С другой стороны, системная практика прежде всего является познавательным процессом не только для заказчиков, но и для самих аналитиков. Если они ничему не научатся в ходе работы, то они не практикуют, а консультируют, делясь тем, что они знали заранее. Другими словами, цель практики — поднять исследуемую систему, а также все ее заинтересованные стороны и самих аналитиков, вовлеченных в работу, на более высокий уровень понимания и интеллектуального развития.

Развитие связано с обучением, а обучаться за других невозможно, поэтому невозможно развивать другого человека или экономическую систему извне. Единственный способ развития это саморазвитие. Тем не менее можно поощрять и поддерживать развитие других, но только при их участии. Поэтому участие заинтересованных сторон в системной практике абсолютно необходимо.

Если некоторые из заинтересованных сторон представляют собой малодоступные или слишком малочисленные группы, то необходимо выбрать типовых представителей этих групп и работать с ними как в ходе проведения системного анализа, так в ходе внедрения его результатов. Лишь в крайнем случае аналитик может брать на себя представительство отдельных заинтересованных сторон, и то после тщательного изучения их интересов.

24.2. Условия участия заинтересованных сторон в системном анализе

Как следует из предыдущего параграфа, участвовать в системной практике должны все заинтересованные стороны. Однако это участие должно быть добровольным, а не принудительным. Если участие не является добровольным, то оно не может быть эффективным. Таким образом, в процессе внедрения результатов системного анализа важно создать и поддерживать доброжелательную обстановку, чтобы вовлечь в него всех заинтересованных участников системы.

Из практики системного анализа известно, что активные элементы системы охотно участвуют в поиске эффективных путей решения ее проблем в тех случаях, когда выполняются три фундаментальные условия:

- 1) участие заинтересованного лица действительно может повлиять на конечные результаты;
- 2) участие в системной практике представляет интерес (увлекательно) для заинтересованного лица;
- 3) вероятность внедрения результатов системного анализа действительно высока.

Первое условие наиболее полно реализуется тогда, когда каждая из заинтересованных сторон чувствует себя равноправной в принятии решений. Если решения принимаются большинством голосов и такое большинство принадлежит одной из заинтересованных сторон, то остальные стороны вряд ли добровольно будут участвовать в работе. Выход в такой ситуации следует искать в консенсусе.

Второе условие добровольности участия в системной практике, как правило, обеспечивается вовлечением заинтересованных сторон в процесс интерактивного моделирования и создания идеальной картины будущего. По существу, оно сводится к проектированию новой системы, которая в перспективе должна заменить существующую. Составление такого проекта обычно вызывает живой интерес, поскольку содержит элементы творческой игры. По мере его выполнения участникам становятся все более ясными реальные проблемы и новые возможности системы.

Третье условие добровольности (высокая вероятность внедрения результатов) выполняется лишь тогда, когда лица, принимающие решения, проявляют готовность участвовать в системном анализе и внедрении его результатов. В отечественной литературе это условие известно как принцип первого руководителя. По этому поводу в свое время Рассел Акофф высказался очень категорично: «Лично я не стану участвовать в проекте, в котором не хотят принять участие ответственные лица, и я не стану тратить на него больше времени, чем они. Проблемы их, а не мои; и если они считают, что эти проблемы не стоят их времени, почему я должен считать иначе?»*.

Кроме того, внедрение результатов системного анализа более вероятно, если за его проведение было уплачено. Похоже, люди не очень ценят то, что достается бесплатно.

* Акофф Р. Планирование будущего корпорации: Пер. с англ. М.: Прогресс, 1985.

24.3. Особенности внедрения результатов системного анализа

В реальной жизни очень редко бывает так, что сначала проводят исследование, а затем его результаты внедряют в практику. Такое положение вещей можно наблюдать только в отношении очень простых технических систем, когда для поиска решения проблемы достаточно одной математической модели. Экономические и другие социокультурные системы изменяются как с течением времени, так под влиянием самого исследования. Зафиксировать, или заморозить, состояние такой системы на период исследования, чтобы построить модель, найти решение, а после этого опять запустить систему и внедрить полученные результаты не представляется возможным. Система развивается не останавливаясь, и системный аналитик оказывается в самой гуще этого развития. Образно говоря, он находится не на берегу, наблюдая как река жизни течет мимо, а в хрупкой лодке, несущейся на быстрине.

В процессе анализа изменяется состояние проблемы, цели системы, число и состав ее участников, отношения между заинтересованными сторонами, а одновременная реализация принятых решений влияет на все стороны ее жизнедеятельности. Происходит фактическое слияние этапов исследования и внедрения, что придает системному анализу специфический характер: проблемы не решаются, а «растворяются» в ходе системного исследования.

В этой связи на континууме возможных решений проблемы исследуемой системы выделяют по крайней мере четыре наиболее характерных подхода:

- 1) не решать проблему вообще, надеясь, что она исчезнет сама по себе;
- 2) частично решить проблему (сделать что-нибудь, что смягчит давление проблемы до приемлемого уровня);
- 3) решить проблему наилучшим (оптимальным) образом в данных условиях;
- 4) ликвидировать или растворить проблему, изменив условия таким образом, чтобы та исчезла сама по себе.

Из всех перечисленных способов последний реализуется в наиболее развитых формах системного анализа. Зато первый имеет наиболее широкое распространение. Иначе чем другим объяснить тот факт, что на протяжении стольких лет не находят приемлемого решения самые животрепещущие проблемы человечества: коррупция, терроризм, запредельное расслоение общества, ухудшение экологической обстановки и т.д.

24.4. Этика системного анализа

Как только заходит речь о субъективных целях и средствах их достижения, мы непременно сталкиваемся с вопросами этики. В этом аспекте системный анализ имеет много общих черт с обычными научными исследованиями. И в том и другом случае необходимы научная добросовестность, честность, объективность, требовательность к собственной компетенции, культура общения с коллегами и оппонентами.

Однако кроме чисто научных этических норм при проведении системного анализа существуют специфические этические проблемы, не замечать которые никак нельзя. Они лежат в плоскости человеческих ценностей и индивидуальных интересов лиц, принимающих решения. Это заметно усиливает значение этических аспектов в поведении системного аналитика.

Например, одна из опасностей в системном анализе заключается в навязывании аналитиком своего мнения лицу, принимающему решения. С другой стороны, опасность существует и в том, что, желая максимально отработать полученный заказ, системный аналитик может пойти на поводу желаний лица, принимающего решения, и по существу, подвести научную базу под его точку зрения на проблему. Чтобы исключить эти неприемлемые крайности, очень желательно добиться доверительных отношений между аналитиком и ЛПР. Установление таких отношений облегчается при следующих условиях:

- 1) любая сторона может отказаться от продолжения работы в любой момент и по любой причине, если она не удовлетворена ее ходом;

- 2) системный аналитик должен значительное время уделять обучению персонала организации, чтобы впоследствии персонал смог выполнять системные исследования самостоятельно;

- 3) системный аналитик должен всячески подчеркивать и поощрять заслуги других участников системного анализа и не стремиться присваивать себе все успехи, связанные с получением положительных результатов;

- 4) системный аналитик вправе предъявлять профессиональные требования к условиям работы и, если последние не отвечают профессиональным стандартам, например, если не обеспечен свободный доступ к нужным лицам и информации, он вправе прекратить работу;

- 5) системный аналитик должен открыто и искренне проявлять уважение к ЛПР.

Вместе с тем, жестко позиционируя себя профессионально системный аналитик в чем-то должен идти на компромиссы. Например, для того чтобы завоевать доверие заказчика, ему следует включать в модели детали, которые тот считает существенными, хотя сам аналитик придерживается противоположного мнения. Однако далеко не всегда компромиссы столь безболезненны и позволительны. Требуется определенная смелость, чтобы предложить ЛПР альтернативу, которая заведомо встретит его негативную реакцию, хотя анализ показывает ее высокую эффективность.

Если принципы системного аналитика противоречат принципам ЛПР, рекомендуется следовать следующим этическим правилам:

- не работать на заказчика, чьи цели противоречат гуманистическим ценностям и собственным убеждениям аналитика;
- отказываться проводить анализ только в целях обоснования уже принятого решения;
- не работать на заказчика, не дающего доступа к информации и не позволяющего публиковать полученные результаты.

Вместе с тем системный аналитик должен:

- не скрывать альтернатив, которые не нравятся ему самому и доводить их до сведения ЛПР;
- явно сообщать о предположениях, лежащих в основе полученных результатов;
- обращать внимание ЛПР на устойчивость и/или чувствительность полученных результатов.

Соблюдение перечисленных этических правил является прерогативой системного аналитика. Поэтому аналитик волен сам выбирать для себя этические нормы поведения и глубину их соблюдения.

24.5. Этика систем

В системном анализе кроме этики его непосредственных участников различают еще и этику исследуемых систем. Исследования показали, что многие реальные системы на самом деле служат не тем целям, ради которых они были созданы, а подчинены целям работающих в них людей. Так, не секрет, что в отдельных больницах интересы врачей часто ставятся выше интересов больных, а в некоторых вузах интересы преподавателей выше интересов студентов. Быть может, эгоизм системы столь же естествен, что и эгоизм личности, и вопрос заключается в том, как вести себя с системой, эгоизм которой выходит за разумные пределы. Однако очевидно, что безоговорочный отказ работать на неэтическую систему не все-

гда оправдан. Не исключено, что системный анализ может изменить этику проблемной системы к лучшему.

Известно, что поведение участников любой социокультурной системы определяется ее институциональной средой, в основе которой лежит действующее законодательство. Однако в силу высокой системной динамики законодательные акты не могут регулировать поведение участников системы во всех случаях, поскольку это потребовало бы постоянного изменения законов. В результате в обществе получили развитие этические регуляторы — мораль, этика, нормы профессионального поведения и нормы общественной жизни. Такие регуляторы определяют поведение людей там, где жесткие законы бессильны.

Одним из существенных недостатков процессов институционального строительства в России является недооценка этических факторов при создании новых и модернизации действующих социально-экономических систем (институтов). Как следствие, многие системы не соответствуют современным требованиям цивилизованных отношений, что препятствует формированию в России экономики инновационного типа. Кроме того, поскольку системы не отвечают этическим принципам социальной справедливости, постольку это приводит к ослаблению стимулов к труду, росту социальной напряженности и социальной апатии в обществе.

В качестве примера проанализируем этичность системы государственной аттестации научно-педагогических кадров, которая отражается в работе Высшей аттестационной комиссии (ВАК) России. В процессе государственной аттестации сталкиваются объективно обусловленные интересы его участников — экспертов, соискателей ученых степеней и званий, аппарата ВАК, научного сообщества, системы высшего профессионального образования, верховной государственной власти и околonaучного бизнес-партнерства, которое представляет собой некое образование внутри научного сообщества, научившееся извлекать незаконную материальную выгоду в рамках действующей системы государственной аттестации. Ниже анализируются интересы каждой из перечисленных групп.

В подавляющем большинстве личные интересы экспертов имеют чисто альтруистическую природу и, как привило, концентрируются вокруг понятий «самовыражение» и «самореализация». Работу в экспертном совете любой эксперт расценивает как новую возможность профессионального роста и повышения квалификации. Он стремится к полному самовыражению, профессиональной самореализации и, как следствие, повышению своего социального статуса. Тем не менее поскольку высокопрофессиональная экспертная

деятельность государством никак не оплачивается, многие эксперты свои материальные запросы могут переносить в другие группы участников процесса государственной аттестации.

Соискатель стремится реализовать свои научные амбиции и, как результат, улучшить условия профессиональной деятельности, повысить качество жизни, добиться уважения окружающих, поднять самооценку и положение в обществе. При этом он старается (иногда неосознанно) достичь желаемого с минимальными усилиями. Нередко (если это позволяют возможности) значительную часть работы по подготовке диссертации соискатель готов делегировать другим участникам процесса.

Интересы научного сообщества проявляются в действиях, направленных на повышение престижа ученого, защиту его профессиональных интересов, определение сфер исключительной компетенции и создание благоприятных условий для развития науки. Поскольку вхождение в это сообщество возможно только посредством защиты диссертационной работы, отдельные его представители наловчились проводить в него новых членов с «черного хода», т.е. путем подготовки диссертационных работ по заказу соискателей и протектирования их прохождения на всех этапах защиты, экспертизы и утверждения в ВАК России.

Таким образом, в рамках научного сообщества сформировалось некое партнерство, которое сумело трансформировать необоснованные научные амбиции отдельных членов общества в прибыльный бизнес. Это партнерство не имеет законченного организационного оформления. Однако его системообразующие центры явно просматриваются и довольно просто диагностируются. Члены этого партнерства присутствуют во всех инстанциях, причастных к защите диссертаций и прохождению дел. Такое положение во многом объясняется тем, что в силу своей ментальности научное сообщество терпимо относится к существованию этого инородного включения в своей среде. Разумеется, что интересы этого бизнес-партнерства заключаются в том, чтобы как можно дольше сохранить сложившееся положение вещей.

Аппарат ВАК также заинтересован в сохранении сложившегося положения вещей. Во-первых, это обеспечивает его сотрудникам необременительную работу государственных чиновников со всеми вытекающими привилегиями, а во-вторых, в их руках сконцентрировано значительно влияние на научную и «околоначальную» среду. В последние пять лет именно эта группа перехватила инициативу и определяет направления реформирования системы.

Как известно, главным заказчиком научно-педагогических кадров высшей квалификации — кандидатов и докторов наук, доцен-

тов и профессоров — является система высшего профессионального образования (ВПО). Для вузов даже установлены специальные нормативы: сколько преподавателей с учеными степенями и званиями должно приходиться на сотню студентов. Например, для университетов требуется, чтобы на 100 студентов было как минимум 16 докторов наук и профессоров и не меньше 75% профессорско-преподавательского состава с научными степенями и званиями. Для академий это соответственно составляет 10 человек из 65%. В этой связи система ВПО заинтересована в том, чтобы система аттестации научно-педагогических кадров пропускала как можно больше соискателей по всему спектру научных специальностей. Наличие в структуре вузов аспирантуры и докторантуры является дополнительным стимулом к увеличению пропускной способности системы аттестации, поскольку процент успешного их окончания (с защитой диссертации) также входит в аккредитационные и аттестационные нормативы вузов.

Интересы верховной государственной власти концентрируются вокруг вопросов перевода страны на инновационный путь развития. Известно, что проложить путь инновациям способна только наука. В этой связи верховная власть заинтересована в том, чтобы диссертационные работы выполнялись на прорывных направлениях науки и чтобы их результаты могли составить прочную базу для инновационного развития страны. К сожалению, в настоящее время научные исследования выполняются не там, где надо, а там, где легче. Поэтому по числу защищаемых работ с большим отрывом лидируют гуманитарные науки (экономика, педагогика и право), в то время как точные науки (физико-математические, химические, геологические и, главное, технические) отстают. Естественно, верховная власть хотела бы изменить структуру отечественной науки, переставив акценты на научные направления второй отмеченной группы, но то ли отсутствуют рычаги для таких изменений, то ли пока это не первостепенная задача.

Интересы общества заключаются в достижении стабильной обстановки в отечестве на основе гармонизации интересов различных групп и слоев населения. В идеальном случае задача общества заключается в том, чтобы не допустить антагонизма между этими группами, равно как не позволить ни одной из групп явно доминировать над другими. Если исходить из того, что этичной можно считать только такую систему, интересы активных элементов которой сбалансированы в долгосрочной перспективе, а система достойно выполняет свою благостную миссию, то современную отечественную систему аттестации научно-педагогических кадров вряд

ди можно причислить к этичным. С одной стороны, она не в состоянии обеспечить инновационное развитие страны, а с другой — в ее составе имеется инородное включение — бизнес-партнерство, которое прогрессирует и расширяет ареал своего влияния.

Тем не менее это далеко не означает, что системные аналитики не должны работать с этой неэтичной системой. Ее значение для нормального функционирования и развития государства столь значительно, что без внимания ее оставлять нельзя. Системные аналитики должны найти приемлемое решение проблемы неэтичности государственной системы аттестации научно-педагогических кадров и перевести ее в режим нормального (этичного) функционирования. Дело только за социальным (государственным) заказом на проведение такого системного исследования.

К сожалению, экономисты и политики имеют обыкновение пренебрегать исследованием нравственных и духовных аспектов роста и совершенствования экономики. В то же время экономика — это только часть государственной системы, все элементы которой взаимодействуют друг с другом и одинаково важны. Стабильность и жизнеспособность государства определяются прежде всего уровнем нравственного и духовного развития.

Очевидно, нельзя успешно решать общенациональные социально-экономические задачи, не осмыслив, какую роль играют нравственно-этические факторы в повышении эффективности хозяйствования и в проведении социально-экономической политики страны. Реализация любой экономической политики невозможна без обращения к нематериальной могущественной силе любой системы, которую образуют культура и ее морально-этическое наполнение.

Резюме

Исследование экономических и других социокультурных систем с применением методологии и инструментария системного анализа — очень трудное занятие. Одна из причин трудности состоит в необходимости привлечения к его проведению многих людей, даже тех, кто этого не желает. Включение в системный анализ этапа практического улучшения проблемной ситуации существенно увеличивает число и глубину возникающих трудностей. Поэтому каждая практикующая команда системных аналитиков должна уделять большое внимание процессам накопления и обобщения опыта их преодоления. Не последнюю роль в этом опыте занимают вопросы этики системных исследований, т.е. вопросы соблюдения моральных пра-

вил и нравственных ценностей во взаимоотношениях заказчика и команды системных аналитиков. Лучшая практика преодоления трудностей и препятствий системного анализа несомненно должна быть теоретически обобщена в рамках теории практики как новой прикладной дисциплины в общей теории систем.

Контрольные вопросы

1. Что является предметом теории практики? Что следует понимать под эффективной практикой?
2. Чем системный аналитик отличается от консультанта?
3. Можно ли развивать экономическую систему извне?
4. Как обеспечивается представительство всех заинтересованных сторон во внедрении результатов системного анализа?
5. Может ли быть эффективным принудительное участие какой-либо стороны в системной практике?
6. Перечислите и поясните фундаментальные условия добровольного участия сторон в системной практике.
7. Как взаимосвязаны стоимость услуг по проведению системного анализа и внедрение его результатов?
8. В чем заключается специфика внедрения результатов системного исследования в экономической сфере?
9. Перечислите и охарактеризуйте наиболее распространенные подходы к решению системных проблем.
10. Что общего у системного анализа и научного исследования? В чем их различие?
11. Охарактеризуйте основные опасности, сопровождающие проведение системного анализа и внедрение его результатов.
12. Перечислите и поясните условия доброжелательных отношений между системным аналитиком и ЛПР.
13. Как поступать в том случае, если системный аналитик и заказчик придерживаются противоположных принципов?
14. Что такое этика системы?
15. Приведите примеры систем, где не соблюдается этика отношений.

Темы рефератов и эссе

- Системный анализ и диссертационное исследование: что общего и в чем различия.
- Этика отечественной системы образования: проблемы и пути их решения.
- Кодекс корпоративной этики.

Заключение

Те, кто прочел книгу до конца могут констатировать, что в дисциплине «Системный анализ» сосуществуют наука и искусство, теория и практика, творчество и ремесло, эвристика и алгоритмичность, философия и математика и еще много всего другого. Эта ее особенность вытекает из природы объекта и предмета исследования — сложных систем и проблем их функционирования/развития. Преследуя цель ликвидации проблемы или, как минимум, выяснения ее причин, системный анализ привлекает для этого целый спектр методов и средств — от простой человеческой логики, натуральных наблюдений и экспериментов до моделирования, информационных технологий и математики.

Быть профессионалом в каждой научной дисциплине или практической сфере деятельности невозможно. Поэтому человек, который берется за проведение системного анализа, должен быть достаточно образованным, по крайней мере для выявления и четкого формулирования конкретных проблем. Кроме того, он должен знать, к каким специалистам следует обратиться для решений тех или иных задач анализа. Специфика системных исследований предъявляет особые требования к системным аналитикам. Они должны быть эрудированными, с раскованным мышлением, иметь организаторские способности и многие другие качества, способствующие созданию творческой атмосферы в процессе проведения системного анализа, раскрытию талантов и профессионализма непосредственных его участников. Системный аналитик — не только непосредственный участник системного анализа, но и организатор работ, носитель цели и методологии всего исследования.

Часто для исследования проблем не требуется использование всего арсенала системного анализа. Нередко уже сбор и систематизация первичных данных могут вполне удовлетворить заказчика. Иногда грубые, но быстрые оценки его устроят больше, чем точные результаты, требующие длительных исследований. Тем не менее в последнее время с развитием глобализационных процессов проблемы усложняются и решить их простыми методами не представляется возможным. Требуются масштабные системные исследования с привлечением всего арсенала системного анализа и смежных научных дисциплин.

К сожалению, нельзя стать специалистом по системному анализу только на основании изучения материала этого учебника. Более того, им нельзя стать даже изучив все книги, приведенные в списке литературы. Для этого кроме надлежащего усвоения теоретического материала нужна большая практика. Профессионализм приобретается только в процессе практического применения накопленных знаний. А потому желаю всем успехов в практическом применении системного анализа.

Приложение 1. Обратные связи

Принцип обратной связи. Обратная связь означает, что часть выхода из системы снова подается на ее вход, чтобы уточнить, а если потребуется и скорректировать, развитие системы на последующих этапах. Принцип обратной связи настолько прост и распространен, что мы буквально живем в петлях обратной связи, принимая их как нечто само собой разумеющееся. А между тем их значение трудно переоценить.

Процесс утоления жажды является хорошим примером действия обратной связи в живом организме. Ощувив жажду, мы берем стакан воды и пьем, пока не утолим жажду. Сила жажды определяется количеством выпитой жидкости. По мере потребления жидкости ощущение жажды уменьшается, пока не прекращается полностью. В обыденной жизни весь этот процесс мы воспринимаем как неразрывное действие, но в действительности это петля (рис. П1.1). Утоление жажды было бы единым действием, если бы мы заранее знали, сколько жидкости нам нужно для того, чтобы утолить жажду.

Процесс разговора ярко демонстрирует действительность принципа обратной связи в социальной сфере. Иницируя разговор, мы думаем, что сказать, и произносим это. Наши слова вызывают у собеседника какие-то мысли и он, отвечая нам, сообщает их (полностью или частично). Мы анализируем услышанное и подаем следующую реплику.



Рис. П1.1. Петля обратной связи при утолении жажды

Для большей убедительности свои слова мы усиливаем жестами и мимикой. Аналогично поступает и собеседник. Если собеседники слушают друг друга и отвечают впопад, то развивается содержательный разговор (рис. П1.2). Если же хотя бы один из них не слушает другого, а наслаждается своим красноречием, то вскоре разговор прекратится.

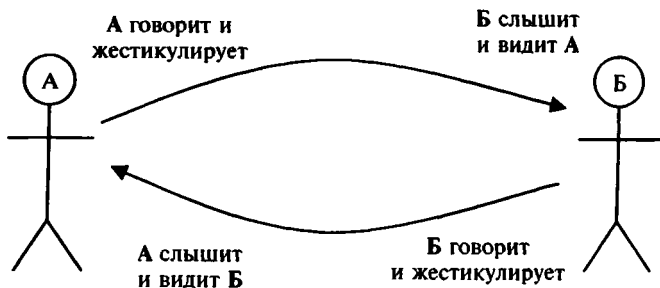


Рис. П1.2. Петля обратной связи при разговоре

В человеческом общении обратная связь настолько важна для нас, что даже в тех случаях, когда мы не получаем ее сигнала непосредственно, мы его домысливаем. Например, близкий нам человек обещал перезвонить и не сделал этого. Какие мысли появятся у нас? Или если длительное время на наши письма, факсы и электронные послания не отвечает наш бизнес-партнер, не исключено, что его поведение мы воспримем как сигнал обратной связи и в дальнейшем сами не захотим иметь с ним дело. Люди не могут не вступать в коммуникации, потому что даже отсутствие коммуникаций истолковывается как обратная связь.

Таким образом, наличие обратных связей является неотъемлемой характеристикой системы. Нет обратных связей — нет системы.

Усиливающая обратная связь. Усиливающую обратную связь иногда еще называют положительной. Однако это название не следует связывать с обязательно хорошим результатом ее действия. Усиливающая обратная связь может быть полезной, а может стать причиной несчастья и привести систему к гибели. Все зависит от того, по какому пути развития она толкает исследуемую систему.

Если мы совершаем действие и получаем за это вознаграждение (деньги, признание или просто поддерживающую улыбку), то мы будем стремиться многократно повторять это действие для усиления благоприятной ответной реакции системы. Такое поведение описывается усиливающей петлей обратной связи. Само по себе

вознаграждение нельзя считать обратной связью, если оно не ведет к усилению того же поведения.

Ярким примером усиливающей обратной связи является сберегательный вклад в банке. Если мы сделали срочный банковский вклад на сумму 10 000 руб. под 10% годовых, то за первый год ваш вклад прирастет на 1000 руб. за счет процентов и к началу следующего года сумма составит 11 000 руб.; за второй год эта сумма еще увеличится на 10% и к началу третьего года составит 12 100 руб., а через семь лет первоначальный вклад удвоится и составит 20 000 руб. При таких условиях размещения срочного банковского вклада сумма будет удваиваться каждые семь лет.

Это был пример усиливающей обратной связи, действующей в положительном направлении. Однако на таком же примере с банковским счетом можно продемонстрировать усиливающую обратную связь с отрицательным знаком. Например, если мы взяли кредит на 10 000 руб. под 20% годовых, то к концу первого года долг увеличится до 12 000 руб., к концу второго — до 14 400, а за четыре года он удвоится.

Приведенные примеры свидетельствуют, что при отсутствии ограничений усиливающая обратная связь порождает экспоненциальный рост, когда прирост пропорционален достигнутому результату, а время удвоения постоянно. Таким образом, независимо от первоначальных значений параметров экспоненциальный рост обеспечивает постоянное время удвоения начальной величины (капитала, кредита, численности населения и т.п.).

Усиливающая обратная связь не всегда ведет к взрывному экспоненциальному росту, но она всегда усиливает изменения в том же направлении. Например, трудно установить, по какому закону увеличивается уровень наших знаний и эрудиции, но то, что они подвержены действию усиливающей обратной связи, сомнений не вызывает. Чем больше мы знаем, тем больше можем еще узнать, используя для этого уже накопленный багаж знаний.

То же самое можно сказать о порочном цикле усиливающей обратной связи, приведенном на рис. П1.3. Перегруженный обязанностями менеджер не в состоянии полностью сконцентрироваться на работе. Это порождает проблемы, работу приходится переделывать, растет число незавершенных дел, которые порождают дополнительные проблемы, растет производственно-эргономическая нагрузка, увеличивается уровень психоэмоционального напряжения и, если не разорвать этот порочный круг, можно нанести значительный ущерб здоровью.

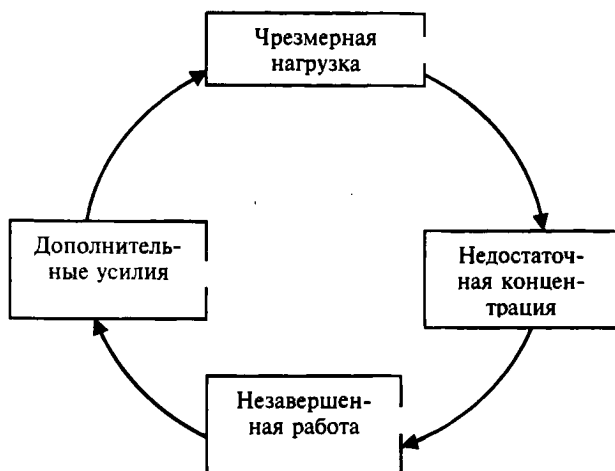


Рис. П1.3. Порочный контур усиливающей обратной связи

Таким образом, усиливающая обратная связь способствует развитию системы в том же направлении, что и первоначальное изменение. Если система начала изменяться в благоприятном направлении, то это огромное преимущество. Если же первоначальное изменение оказалось негативным, то усиливающая обратная связь обеспечит ее движение по порочному кругу, ведущему к гибели системы.

Уравновешивающая обратная связь. Второй тип обратной связи останавливает рост. Связь этого типа называют *уравновешивающей*. Она противостоит изменениям и стремится не выпустить систему из равновесного состояния.

С точки зрения системного аналитика, уравновешивающая обратная связь может быть как положительной, так и отрицательной. Если мы стремимся изменить исследуемую систему, уравновешивающая обратная связь будет нам мешать и мобилизует все имеющиеся ресурсы для сопротивления изменениям. А если же мы стремимся сохранить систему, подверженную разрушительным действиям, то эта связь приобретает положительные качества и становится стабилизирующей силой.

В нашем организме действует множество механизмов уравновешивающей обратной связи. Например, механизм терморегуляции поддерживает температуру тела на постоянном уровне — 36,6°C. Когда мы перегреваемся, выступает пот, который, испаряясь, отбирает лишнее тепло и температура тела падает. Кроме того, расши-

ряются поверхностные кровеносные сосуды, возрастает приток крови к поверхности тела и организм выбрасывает лишнее тепло. Другие механизмы уравнивающей обратной связи обеспечивают стабильность кровяного давления, пульса, кислотно-щелочного баланса и других параметров.

Уравнивающая обратная связь регулирует связь между действительным и желаемым состояниями системы и всегда направлена на уменьшение разницы между ними. Пока эта разница сохраняется, уравнивающая обратная связь будет подталкивать систему к желаемому (равновесному) состоянию. Она прекратится только тогда, когда система достигнет этого состояния и окажется сбалансированной.

Для измерения разницы между фактическим и желаемым состояниями системы необходим специальный механизм. К точности этого механизма предъявляются особые требования. С одной стороны, он должен быть таким, чтобы не возникал риск запуска ненужных обратных связей, а с другой — точность измерений должна быть адекватна задачам системы. Так, если в терморегулирующей системе используется неисправный термометр, он может включить отопительную систему не тогда, когда это требуется. В то же время, если точность термометра в системе климат-контроля позволяет улавливать сотые доли градуса, система отопления будет включаться и выключаться поминутно, поскольку температура в помещении подвержена воздействию множества факторов и в небольшом диапазоне меняется постоянно, даже когда кто-нибудь входит или выходит.

Требование точности относится не только к техническим системам. Даже в общении требуются измерения степени достижения цели. Если мы хотим убедить собеседника в нашей правоте или добиться, чтобы он поступил каким-то определенным образом, мы подбираем необходимые слова, аргументы и жесты. В то же время наши глаза, уши и интуиция помогают нам судить, насколько успешно мы движемся к цели.

В экономике спрос и предложение образуют классическую петлю уравнивающей обратной связи. Когда спрос выше предложения и товаров не хватает, включаются механизмы обратной связи, которые за счет повышения цен и увеличения предложения товаров выравнивают ситуацию на рынке. Когда предложение выше спроса, механизмы обратной связи работают на понижение цены и уменьшение предложения (за счет сокращения производства и/или затоваривания складов).

Без механизмов уравнивающей обратной связи не смогли бы выжить ни люди, ни экосистемы, ни цивилизации. Эти меха-

низмы обеспечивают появление связей, которые стягивают системы и не дают им развалиться на части.

Упреждающая обратная связь. Выше для лучшей демонстрации принципа обратной связи в качестве примеров мы выбирали короткие петли, включающие всего несколько элементов. На практике контуры обратной связи часто образует множество элементов, увязанных в цепочки причинно-следственных связей. В этом контуре не всегда удастся четко определить, что есть причина, а что следствие. То, что с одной точки зрения является причиной, с другой оказывается следствием, и наоборот.

Упреждающая обратная связь представляет собой реализацию нашей способности предвосхищать будущее. Предвидение еще не происшедшего события становится причиной того, что в конце концов оно совершается. Таким образом будущее влияет на настоящее. Например, предвидя неизбежную неудачу, мы в большинстве случаев действительно терпим поражение. С другой стороны, когда мы рассчитываем на успех, наша энергия, энтузиазм и оптимизм делают его более вероятным. Таким образом, кратчайший путь к успеху лежит через ощущение себя успешным.

Такой сценарий развития событий может наблюдаться в социально-экономических системах. Например, на фондовом рынке прошел слух, что какие-то акции пойдут вверх. Хотя пока ничего не происходит, но слухи привлекают покупателей. Курс акций поднимается. Чем выше курс, тем больше покупателей. Возникает петля усиливающей обратной связи. В конце концов рыночные аналитики, объявив, что курс акций завышен, запускают уравнивающую петлю. Люди начинают продавать акции, и их курс падает.

Точно так же срабатывают прогнозы грядущего дефицита. Узнав, что некоторый товар скоро исчезнет из продажи, как это было с гречкой в 2010 г., люди начинают покупать его на всякий случай больше, чем обычно, чтобы защититься от ожидаемого дефицита. Тем самым за короткий период реализуются все доступные запасы товара и создается дефицит (рис. П1.4).

Еще красноречивее пример с банковскими вкладами. Стоит распространить слух, что грядет банковский кризис, как тут же вкладчики начнут штурмовать банки, чтобы забрать свои деньги. Поскольку денег на всех никогда не хватает, то паника сделает свое дело и слухи сбудутся. Если при этом не предпринять решительных действий и не разорвать усиливающую петлю обратной связи, банковская система может рухнуть.

Все приведенные примеры относятся к уравнивающей упреждающей обратной связи. Однако иногда упреждение ведет к па-

радоксальному результату: самой попытки избежать какого-либо события оказывается достаточно для того, чтобы именно оно и случилось.

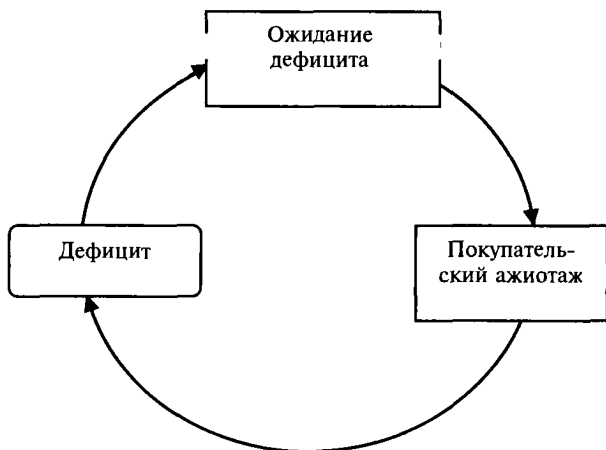


Рис. П1.4. Учреждающая обратная связь

Например, человек попал в новую компанию и горит желанием подружиться с окружающими. Он предпринимает попытку сблизиться почти с каждым, но при этом держится настолько напряженно и тревожно, что отталкивает людей. В такой ситуации невольно вспомнишь неписаное правило для руководителей советской эпохи — «будь проще, и к тебе потянутся люди». Всю «погоду» в приведенном примере делает усиливающаяся упреждающая обратная связь. Усиливающее упреждение создает ситуацию самоопровергающегося пророчества, когда предвидение способствует уходу системы от предсказываемого состояния.

Приложение 2. Традиционные подходы к классификации систем

Всякая классификация имеет целевой характер. Изменение целей исследования или учет новых различий между элементами классифицируемого множества непременно приведут к новой классификации. Чтобы упорядочить подходы к классификации систем, воспользуемся кибернетической интерпретацией процесса функционирования системы (рис. П2.1).

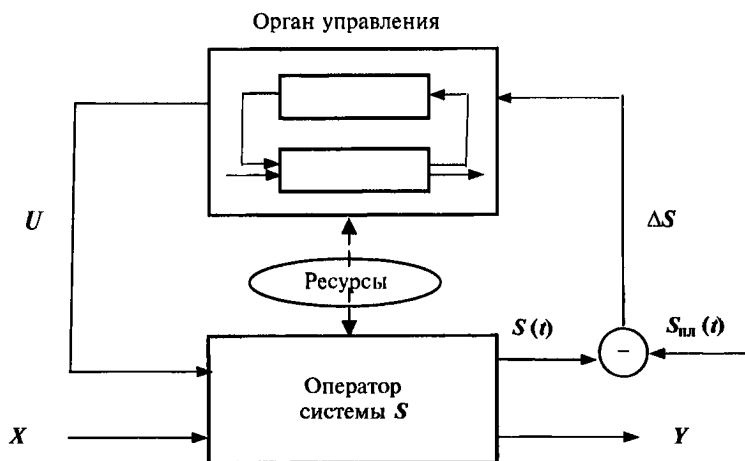


Рис. П2.1. Схема функционирования управляемой системы

Для выработки управления U требуется предсказание его возможных последствий. Для предсказания нужна модель всей ситуации, с помощью которой орган управления определяет, какое управленческое воздействие подать на вход системы. Для иллюстрации этого аспекта внутри управляемого блока еще раз продублирована вся схема.

И методы нахождения управления U , и способы его осуществления, и сам результат управления в немалой степени определяются тем, какая модель управленческой системы существует в «мозговом центре» органа управления и в какой степени эта модель соответствует реальной системе.

Рассматривая разные аспекты этого соответствия, можно разрабатывать разные классификации систем. Представляют интерес следующие классификации:

- по описанию входных и выходных потоков X и Y ;
- по типам оператора системы S ;
- по способу управления U ;
- по ресурсному обеспечению управления.

Коротко остановимся на каждом из них.

Классификация по описанию входных и выходных потоков. С точки зрения аналитика-модельера, это классификация по типу используемых переменных. На первом уровне иерархии разбиение исходного множества систем на подмножества очевидно и включает три разных класса систем, требующих принципиально разных подходов к исследованию (рис. П2.2).

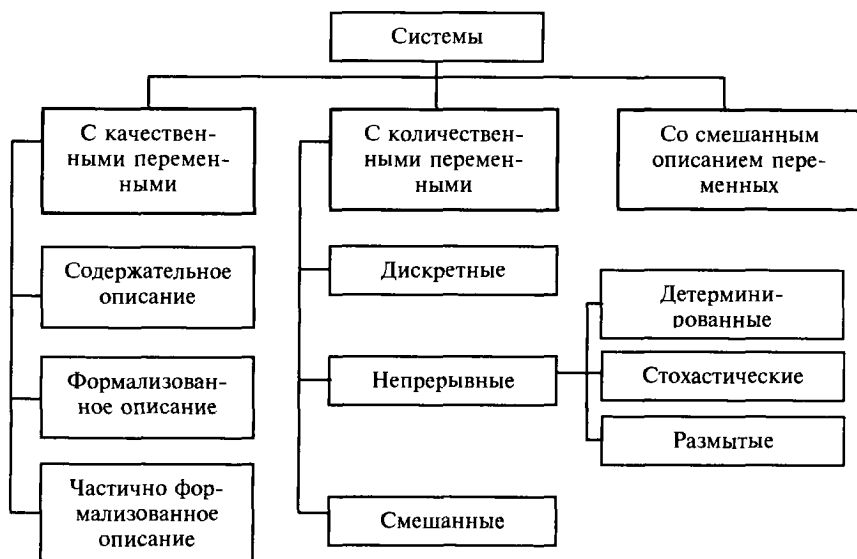


Рис. П2.2. Классификация систем по описанию входов и выходов

При дальнейшей классификации систем с качественными переменными различают случаи, когда описание ведется средствами естественного языка, и случаи, допускающие формализацию. Второй уровень классификации с количественными переменными вызван различиями в методах дискретной и непрерывной математики. Для систем со смешанным количественно-качественным описанием переменных второй уровень является объединением классов двух первых ветвей и на рисунке не приводится. Третий уровень клас-

сификации одинаков для всех классов второго уровня и изображен только для одного из них.

Классификация по типам оператора системы. Любая система связана с внешней средой и преобразует входной поток ресурсов, энергии, информации и знаний X в выходной поток продукции Y . Способ преобразования входа в выход зависит от внутреннего оператора или преобразователя системы.

Первый уровень классификации по указанному признаку рассредоточил системы по степени известности оператора S на четыре класса (рис. П2.3):

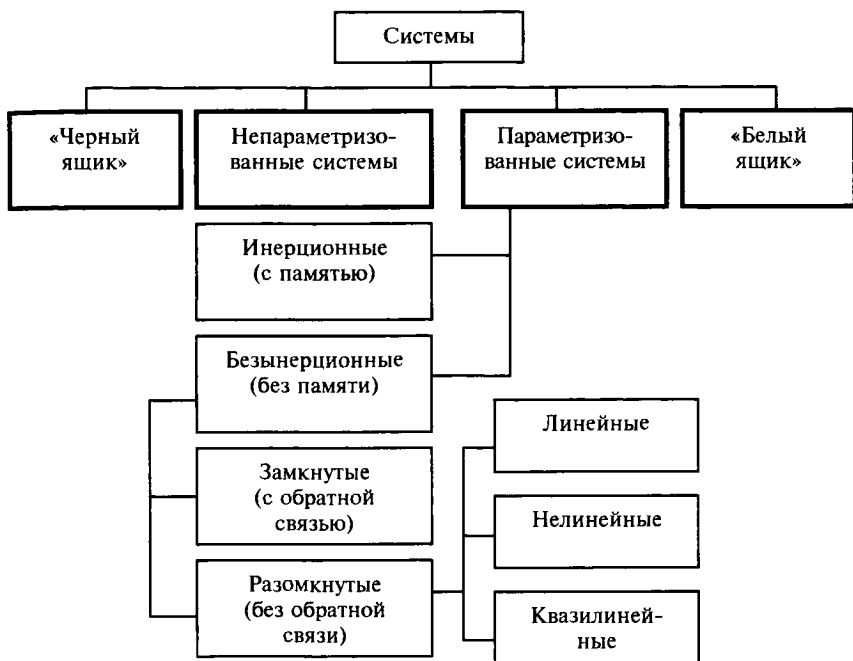


Рис. П2.3. Классификация систем по типу оператора

- «черный ящик» — оператор неизвестен вообще;
- непараметризованные системы — оператор известен частично;
- параметризованные системы — оператор известен до параметров;
- «белый ящик» — оператор известен полностью.

Для двух крайних классов — «черного» и «белого ящика» — на этом классификация заканчивается (в первом случае об операторе

ничего неизвестно, а во втором — известно все), для двух средних классов — чем больше сведений об операторе S мы имеем, тем более развитую классификацию сможем построить. На рисунке приведена подробная детализация класса параметризованных систем, для которых известна зависимость $y(t)$ от $x(t)$ в явной форме с точностью до параметров $P = (p_1, p_2, \dots, p_k)$ т.е. $y(t) = S(x(t), P)$.

Классификация по способу управления. В основу этой классификации положен ответ на вопрос, включен управляющий блок в систему или является внешним по отношению к ней. Нетрудно догадаться, что по этому признаку все множество систем подлежит разбиению на три класса (рис. П2.4):

- системы, управляемые извне;
- самоуправляемые системы;
- системы с комбинированным управлением.

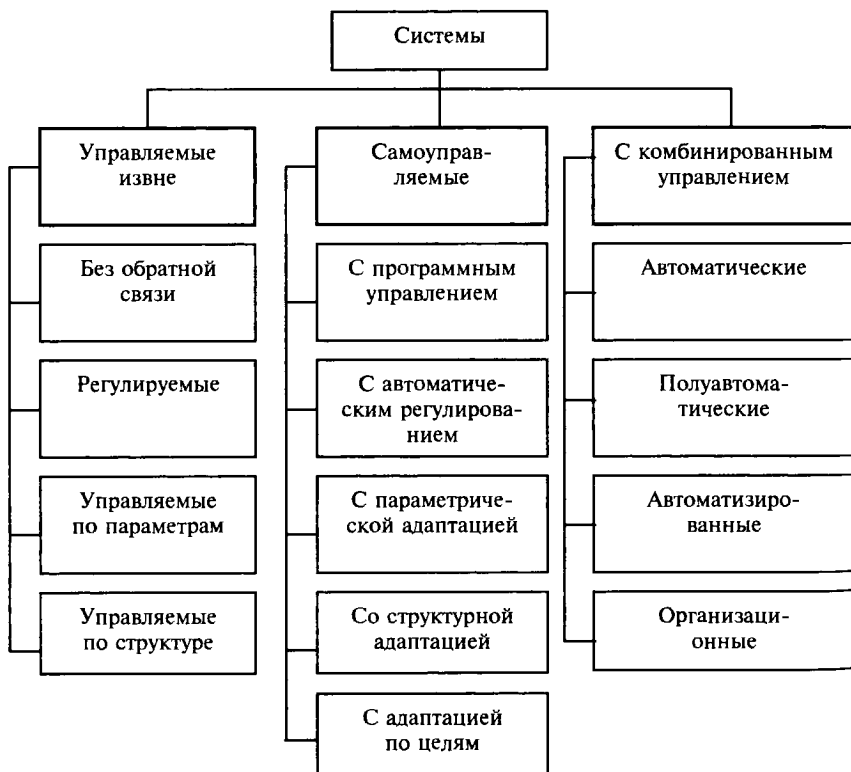


Рис. П2.4. Классификация систем по способу управления

Независимо от того, включен в систему управляющий блок или вынесен из нее на втором уровне иерархии, различают четыре основных способа управления. В основе этого разбиения лежит степень известности траектории*, приводящей систему к заданной цели, и возможности органа управления удерживать управляемую систему на этой траектории.

Первый (простейший) случай — когда нужная траектория известна точно, а следовательно, априори известно и правильное программное управление U . Такое управление можно осуществлять, не обращая внимания на развитие событий, так как известно, что они должны и будут развиваться по программе (рост зародыша живого организма, работа компьютера, смена времен года и т.п.).

В случае, когда на вход системы поступают потоки, отличающиеся от предполагаемых, или существенным оказывается действие неучтенных факторов, система может сойти в нужной траектории. Тогда находят разность между текущим и ожидаемым выходами системы $Y = Y(t) - Y_0(t)$ и по этой разности определяют дополнительное к программному управление, которое обеспечит возврат системы на нужную траекторию. Такой способ управления называют *регулированием*. Примерами регулирования как способа управления системой могут служить регулятор Уатта, рефлекторные реакции животных, действие автопилота, управление по отклонениям в экономике.

Если невозможно задать опорную программную траекторию на весь период времени либо отклонение от нее столь велико, что в обозримой перспективе невозможно скорректировать фактическую траекторию системы, прибегают к *управлению по параметрам*. Оно заключается в необходимости прогнозирования текущей траектории $Y(t)$ на будущее и обеспечения ее попадания в целевую область Y^* . Такое управление сводится к подстройке параметров системы до тех пор, пока пересечение $Y(t)$ и Y^* не будет обеспечено. В качестве примеров управления по параметрам можно привести адаптацию животных к меняющимся условиям среды обитания, вождение автомобиля, автоматизированные системы управления предприятиями и др.

Может оказаться, что среди всех возможных комбинаций значений управляемых параметров системы не найдется такой, когда ее траектория пересечет целевую область. Это означает, что цель

* Траектория — непрерывная кривая, которую описывает система в пространстве критериев функционирования и параметров управления.

для данной системы недостижима. Но она может оказаться достижимой для другой системы, базирующейся на исходной, но более развитой по отношению к ней. С этим связан еще один способ управления: изменить структуру системы на такую, в которой будет обеспечено попадание в целевую область. Такое управление называется *структурной адаптацией* или *самоорганизацией системы*. Примерами таких систем могут служить гибкие автоматизированные производства, мутации организмов, структурные преобразования государственного аппарата под новые цели и т.п.

Если и преобразование структуры системы не приводит к достижению цели, предполагается отказ от старой и задание новой цели, посылкой для данной системы при заданных ресурсах. Такое управление следует рассматривать как *адаптацию по целям*.

Классификация по ресурсному обеспечению управления. Рассматривая классификацию систем по способу управления, мы подчеркивали, что нужное управление U отыскивается путем отбора среди множества возможных управлений в результате сравнения по определенным критериям последствий каждого из них. Определить эти последствия и сравнить их можно лишь в том случае, если в управляющем блоке имеется модель управляемой системы, на которой и отрабатываются разные варианты управления. Для того чтобы модель работала, или, как говорят, была актуализирована, нужно не только воплотить ее в какую-то реальную оболочку (макетную, математическую или вербальную), но и обеспечить необходимыми ресурсами, чтобы она гарантировала решение нужного качества к нужному моменту времени. Даже самое лучшее решение становится ненужным, если оно появляется позже, чем это необходимо.

В реальной жизни эти условия не всегда выполнимы. В зависимости от того, в какой мере орган управления обеспечен необходимыми ресурсами (энергетическими, материальными и информационными), различают три классификационные пары систем (рис. П2.5):

- энергодостаточные и энергокритические;
- малые и большие;
- простые и сложные.

Особенно это ярко проявляется тогда, когда управляющая и управляемая подсистемы одной системы конкурируют за ресурсы, поступающие из одного источника.

Если критическими являются энергетические ресурсы (выполнение энергоемких задач автономными системами, проведение экспериментальных исследований), различают *энергодостаточные* и *энергокритические* системы. Если критическими являются материальные ресурсы (моделирование системы затруднительно по причи-

не ее большой размерности), различают *большие* и *малые* системы. И наконец, если критическими являются информационные ресурсы (ощущается недостаток информации и знаний для выработки обоснованных управленческих решений), различают *простые* и *сложные* системы.

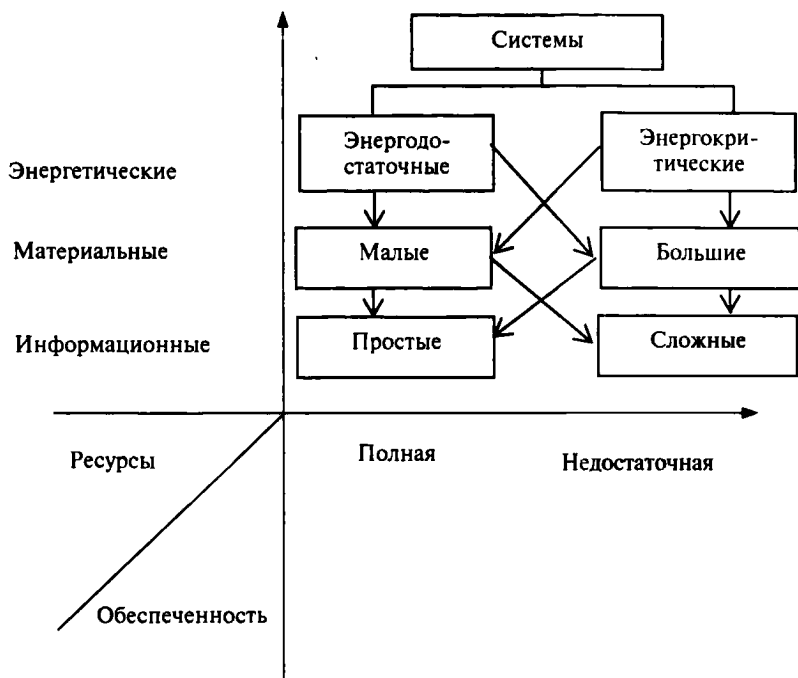


Рис. П2.5. Классификация систем по степени ресурсной обеспеченности управления

Дефиниции «энергодостаточные» и «энергокритические системы» редко используются в повседневной жизни. Они, как правило, являются уделом узких специалистов. Напротив, определения «малая», «большая», «сложная», «простая» очень часто употребляются в контексте системных характеристик, без должного понимания их истинного значения. Приведенная классификация является основанием для наведения порядка в терминологии.

Например, исследуется система — группа из 10 человек, работающих над некоторым бизнес-проектом. По размерности это небольшой коллектив, и его можно отнести к классу малых систем. В то же время настроение у каждого участника проекта очень измен-

чиво и, следовательно, в разные периоды времени они могут находиться в разных состояниях. С другой стороны, по долгу службы, симпатиям и воздействию внешней среды члены группы могут находиться в разных отношениях между собой. При таких исходных данных (множество состояний каждого элемента, а также разнообразие и число его связей с другими элементами — неограниченны) наша малая система на самом деле динамически очень сложна.

Самая сложная из известных нам систем — человеческий мозг. При весе около 1,5 кг и объеме около трех литров он состоит более чем из 100 млрд нейронов, что примерно соответствует числу звезд в Млечном Пути. У каждого нейрона может быть до 100 000 связей, в том числе порядка 1000 постоянных. Следовательно, в коре головного мозга сотни миллионов миллиардов связей.

Мозг любого человека упикилен. Мы рождаемся с полным запасом нервных клеток. Однако до 70% их не участвуют в жизнедеятельности человека. Активные нейроны укрепляются, образуя все новые связи, которые со временем исчезают. Таким образом, каждый нейрон действует как маленький компьютер в распределенной сети.

Основная задача мозга состоит в том, чтобы из огромного потока получаемой сенсорной информации извлекать образы и ощущения, т.е. придавать смысл и форму воспринимаемому нами миру. Следовательно, мозг не может не быть зависим от мира. Он через систему внутренних связей между нейронами формирует в нашем сознании модель внешнего мира.

Не вызывает сомнений, что мир — очень сложная система. А как известно, исследовать сложные системы простыми инструментами невозможно. Не исключено, что мозг создан настолько сложным только для того, чтобы позволить нам успешно исследовать и познавать не менее сложный окружающий нас мир. Дополнительным аргументом в пользу этой гипотезы является соразмерность (по численности элементов) мозга и Вселенной.

Приложение 3. Ментальные модели

Любую нашу деятельность направляют глубоко укоренившиеся стереотипы, стратегии, идеи, способы восприятия и понимания внешнего окружения, в совокупности образующие *ментальную модель*. Ментальные модели вырастают из наблюдений, поступков и опыта в некоторой культурной среде, которая помимо собственно культуры включает общественные нравы, традиции и верования. Ментальные модели есть у каждого, осознает он это или нет. Они формируют наши мысли и действия и всегда имеют личный характер, который ярко проявляется в том, как мы говорим о «своих убеждениях», как защищаем «свои позиции» и как отстаиваем «свое видение» окружающего нас мира. С появлением новых условий и приобретением нового опыта наши ментальные модели меняются и совершенствуются.

Таким образом, наши ментальные модели придают смысл событиям. Через них мы истолковываем свой опыт. Глубоко укоренившиеся в нас ментальные модели определенным образом организуют нашу интерпретацию окружающей действительности. Мы используем их для того, чтобы проводить различия и выбирать, что имеет для нас значение, а что — нет. Иногда мы настолько доверяем своим ментальным моделям, что можем спутать отражение действительности, существующее в нашей голове, с реальностью (рис. ПЗ.1).

На рисунке нет белого треугольника, но складывается иллюзия, что он есть. Почему? Наши глаза в отличие от фотоаппарата работают совместно с мозгом, который определенным образом истолковывает видимый мир. Поэтому то, что, как нам кажется, мы видим, — отчасти реальность, отчасти — порождение нашего способа видеть. Сходным образом наши ментальные модели формируют то, что мы слышим и чувствуем.

Ментальные модели — это нечто вроде встроенных в наши глаза и мозг фильтров, определяющих наше видение. Таким образом, каждому из нас нужен набор реалистичных и полезных ментальных моделей, которые обеспечивали бы нам наибольшее благополучие и счастье. Мы в состоянии сделать это, если беспристрастно подвергнем анализу свои ментальные модели и будем их целенаправленно изменять в нужном направлении.

Бизнес структурируется ментальными моделями участвующих в нем людей. Создавая и развивая реальные компании, бизнесмены отталкиваются от своих идей. Структура компании может порождать проблемы, но их решение всегда должно сопровождаться вопросом о ментальных моделях тех, кто управляет этим бизнесом.

Изменение ментальной модели ключевого ЛПР может оказаться тем решением, которое обеспечит прорыв.

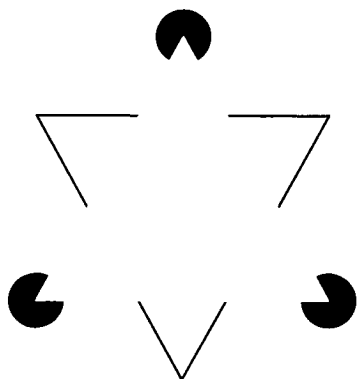


Рис. ПЗ.1. Треугольник Канижа

Ментальные модели зачастую представляют собой метаформы, которые в силу расплывчатости их содержания трудно подвергнуть сомнению. Например, многие годы представлялась разумной идея организации бизнеса в виде пирамиды. На ее вершине — небольшая группа принимающих решения руководителей, а в основании — растущее число исполнителей. В наши дни, в условиях децентрализованных глобальных рынков, пирамиды воспринимаются как организационные динозавры. У них очень медленная реакция. Многие компании провели разукрупнение и превратили корпоративные иерархии в плоские сети. Но и они не вечны. Со временем такие структуры будут меняться, возможно в направлении сочетания иерархического и сетевого подходов, чтобы соответствовать новым требованиям. Нет моделей управления, пригодных на все времена. Управленческую модель, не способную решить возникающие проблемы, ждет судьба преходящей моды: она будет замещена новой моделью, способной справиться с ними.

Приложение 4. «Жесткие» и «мягкие» математические модели (из доклада академика Владимира Игоревича Арнольда)

Полезность математической теории мягких моделей открыта относительно недавно. Здесь на простейших примерах будет показано, как эта теория может применяться при решении экономических, экологических и социологических проблем.

Модель войны. Простейшая модель (сражения двух армий) — модель Ланкастера — имеет вид

$$\dot{x} = -by;$$

$$\dot{y} = -ax,$$

где a — мощность оружия армии x ;

b — мощность оружия армии y .

Попросту говоря, предполагается, что каждый солдат армии x убивает за единицу времени a солдат армии y (и, соответственно, каждый солдат армии y убивает b солдат армии x). Точка над буквой здесь и далее означает производную по времени t , то есть скорость изменения обозначенной буквой величины.

Это жесткая модель, которая допускает точное решение

$$\frac{dx}{dy} = \frac{by}{ax}, \quad axdx = bydy, \quad ax^2 - by^2 = \text{const.}$$

Эволюция численностей армии x и y происходит вдоль гиперболы, заданной этим уравнением (рис. П4.1, а). По какой именно гиперболе пойдет война, зависит от начальной точки.

Эти гиперболы разделены прямой $\sqrt{ax} = \sqrt{by}$. Если начальная точка лежит выше этой прямой (случай 1), то гипербола выходит на ось y . Это означает, что в ходе войны численность армии x уменьшается до нуля (за конечное время). Армия y выигрывает, противник уничтожен.

Если начальная точка лежит ниже прямой $\sqrt{ax} = \sqrt{by}$ (случай 2), то выигрывает армия x .

В разделяющем эти случаи состоянии (начальная точка лежит на прямой) война заканчивается ко всеобщему удовлетворению истреблением обеих армий, но на это потребуются бесконечно длительное время.

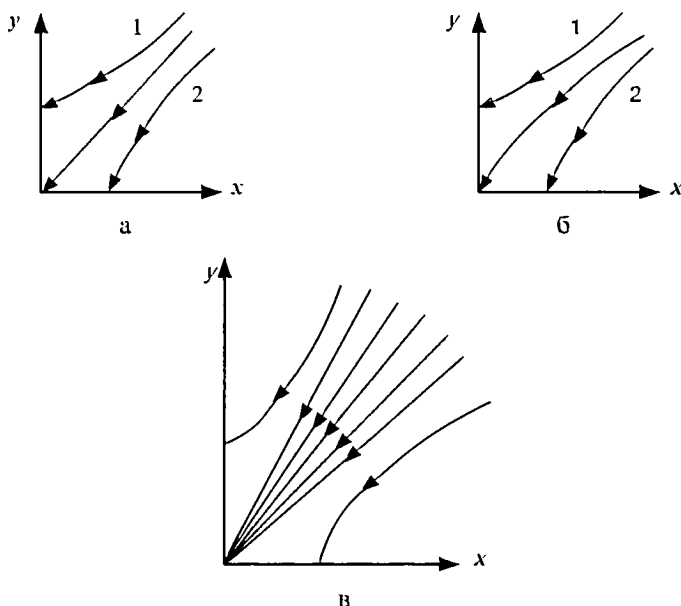


Рис. П4.1. Модель войны:
а — жесткая; б — мягкая; в — нереализуемая

Из модели следует, что для борьбы с вдвое более многочисленным противником нужно в четыре раза более мощное оружие, для борьбы с противником втрое более многочисленным потребуется девятикратное увеличение мощности оружия и т.д. (на это указывают квадратные корни в уравнении прямой).

Ясно, однако, что приведенная «людоедская» модель сильно идеализирована, и было бы опасно прямо применять ее в реальной ситуации. Возникает вопрос: как изменится вывод, если модель будет несколько иной? Например, коэффициенты a и b будут не строго постоянными, а станут зависимыми от x и y . Более того, точный вид этой зависимости может не быть известен.

В этом случае речь идет о системе

$$\begin{cases} \dot{x} = -b(x, y)y; \\ \dot{y} = -a(x, y)x, \end{cases}$$

которая уже не имеет явного решения.

Однако в математике разработаны методы, позволяющие сделать выводы практического характера и не зная *точно* явного вида функции a и b . В этой ситуации принято говорить о мягкой модели — модели, поддающейся изменениям (за счет выбора функций a и b).

Следует обратить внимание на структурную устойчивость данной модели: изменение функций a и b изменит описывающие ход военных действий кривые на плоскости (x, y) , которые уже не будут гиперболами, и разделяющей их прямой. Однако это изменение не затрагивает основного качественного вывода, заключающегося в том, что положения « x выигрывает» и « y выигрывает» разделены нейтральной линией «обе армии уничтожают друг друга за бесконечное время». Математики говорят, что топологический тип системы на плоскости (x, y) не меняется при изменении функций a и b : оно приводит лишь к искривлению нейтральной линии (рис. П4.1, б).

Этот математический вывод не очевиден. Можно представить себе и другую ситуацию, например изображенную на рис. П4.1, в. Математическая теория структурной устойчивости утверждает, что эта ситуация не реализуется, во всяком случае для не слишком патологических функций a и b (например, она не реализуется, если это — положительные в нуле многочлены).

Надо заметить, что для мягкой модели принцип «если противников вдвое больше, то надо иметь в четыре раза более мощное оружие» *справедлив* только на *конечном этапе* взаимного истребления, в то время как на начальном этапе войны его нужно будет откорректировать (учитывая вид коэффициентов a и b). Для такой корректировки в математике мягких моделей разработаны эффективные методы (несмотря на то, что явная формула для решения уравнений модели не только не известна, но и не существует вовсе).

Описанная здесь модель отчасти объясняет неудачи Наполеона и Гитлера, успех Батыя и надежды мусульманских фундаменталистов.

Оптимизация как путь к катастрофе. Простейшая модель роста $x = kx$, предложенная Мальтусом для прогнозирования численности населения Земли, ведет к экспоненциальной зависимости численности населения x от времени. Эта жесткая модель применима (разумеется, с оговорками) и для других сфер человеческой жизнедеятельности. Например, на рис. П4.2 приведен график роста объе-

мов научных публикаций в 1700—1950-е годы, призванный отразить прирост научного знания на этот период времени.

Продолжение экспоненциального роста науки в следующий век быстро привело бы к исчерпанию доступных ресурсов, а число ученых должно было бы достичь половины населения земного шара. Ясно, что общество (во всех странах) не может этого допустить, и, следовательно, развитие науки должно быть подавлено (что мы и наблюдаем во многих странах). В России реформирование академической и вузовской науки, а также системы аттестации научно-педагогических кадров продолжается на протяжении двух десятилетий.

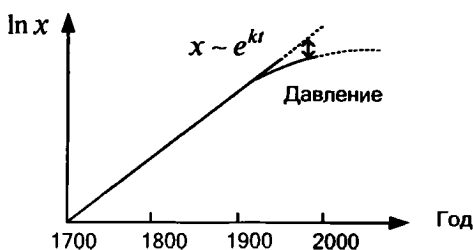


Рис. П4.2. Рост науки

Аналогичные явления насыщения происходят в любой живой популяции (и, вероятно, вскоре произойдут с человечеством в целом): когда численность популяции становится слишком большой, мальтусовская жесткая модель с постоянным коэффициентом роста k перестает быть применимой. Естественно, при слишком больших x конкуренция за ресурсы (пищу, территорию и т.д.) приводит к уменьшению k , и жесткая модель Мальтуса должна быть заменена мягкой моделью:

$$\dot{x} = k(x)x.$$

Простейшим примером является выбор $k(x) = a - bx$, что приводит к так называемой логистической модели:

$$\dot{x} = ax - bx^2.$$

На рис. П4.3 слева изображен график функции $k(x) \cdot x$, положительной между точками A и B . В центре изображено векторное поле*

* В векторном поле к каждой точке отображающей равновесные состояния системы приложен вектор скорости изменения этого состояния $\dot{x}$.

на изображающей всевозможные состояния системы оси x . Оно указывает скорость эволюции состояния. В точках A и B скорость равна нулю: это стационарные состояния. Между A и B скорость положительна (численность популяции растет), а за точкой B — отрицательна (численность популяции убывает). Справа изображена результирующая зависимость численности популяции от времени при разных начальных условиях.

Модель предсказывает, что с течением времени устанавливается стационарный режим B , который устойчив: большая численность популяции уменьшается, меньшая — увеличивается.

Логистическая модель удовлетворительно описывает многочисленные явления насыщения. Вблизи A , когда численность популяции мала, она очень близка к мальтузианской модели. Но при достаточно больших x (порядка $1/2$ при нашем подборе коэффициентов), наблюдается резкое отличие от мальтузианского роста (обозначенного на рис. П4.3 пунктиром): вместо ухода x на бесконечность численность популяции приближается к стационарному значению B . Так, население Земли сейчас приближается к 6 млрд. Стационарное значение (по разным оценкам) составляет 16—20 млрд человек.

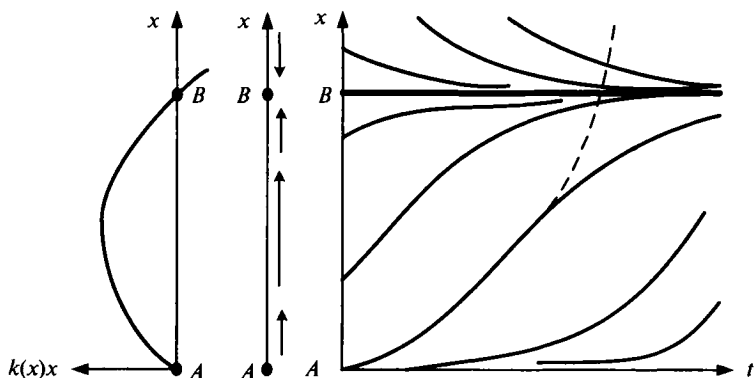


Рис. П4.3. Логистическая модель

Логистическая модель является обычной в экологии. Можно себе представить, например, что x — это объем рыбных ресурсов в Мировом океане. Посмотрим теперь, как скажется на судьбе рыб рыболовство с интенсивностью c :

$$\dot{x} = x - x^2 - c.$$

Вычисления показывают, что ответ резко меняется при некотором критическом значении квоты вылова c . Для жесткой модели это критическое значение составляет $1/4$, но для мягкой модели

$$\dot{x} = k(x)x - c.$$

Критическое значение квоты c может меняться. На рис. П4.4 приведены графики перспектив мирового рыболовства при различных c , в качестве которого взят максимум функции $k(x)$.

Если квота c мала, то изменения (по сравнению со свободной популяцией, для которой $c = 0$) состоят в следующем.

1. Система имеет два равновесных состояния, A и B . Состояние B устойчиво: популяция в этом случае несколько меньше, чем необлавливаемая, но она восстанавливается при малых отклонениях x от равновесного значения B .

2. Состояние A неустойчиво: если вследствие каких-либо причин (скажем, браконьерства или мора) размер популяции упадет хоть немного ниже уровня A , то в дальнейшем популяция будет уничтожена полностью за конечное время.

3. При больших квотах вылова c популяция x уничтожается за конечное время, как бы велика она ни была в начальный момент. Опасность *уничтожения* в нашей модели *появляется тогда*, когда неустойчивое состояние A *приближается* к устойчивому состоянию B , т.е. когда величина x опускается примерно до половины исходной стационарной величины необлавливаемой популяции.

Видно, что выбор значения параметра c является чрезвычайно важным в управлении рыболовством. Стремясь к увеличению квоты вылова c , разумная планирующая организация не должна превосходить критический уровень (в нашем случае $c \leq 1/4$). Оптимизация приводит к выбору именно критического значения $c = 1/4$, при котором эксплуатируемая популяция еще не уничтожается, но доход от эксплуатации за единицу времени достигает максимально возможного значения. Большой доход в нашей популяции в течение длительного времени невозможен, так как максимальная скорость прироста даже и неэксплуатируемой популяции составляет $1/4$.

Из нижней части рис. П4.4 мы видим, что произойдет при таком «оптимальном» выборе, $c = 1/4$. Какова бы ни была начальная популяция $x = 1/2$, с течением времени она выйдет на стационарный режим $A = B = 1/2$. Эта стационарная популяция, однако, неустойчива. Небольшое случайное уменьшение x приводит к полному уничтожению популяции за конечное время. Следовательно, оптимизация параметров плана может приводить (и приводит во

многих случаях) к полному уничтожению системы вследствие возникающей неустойчивости.

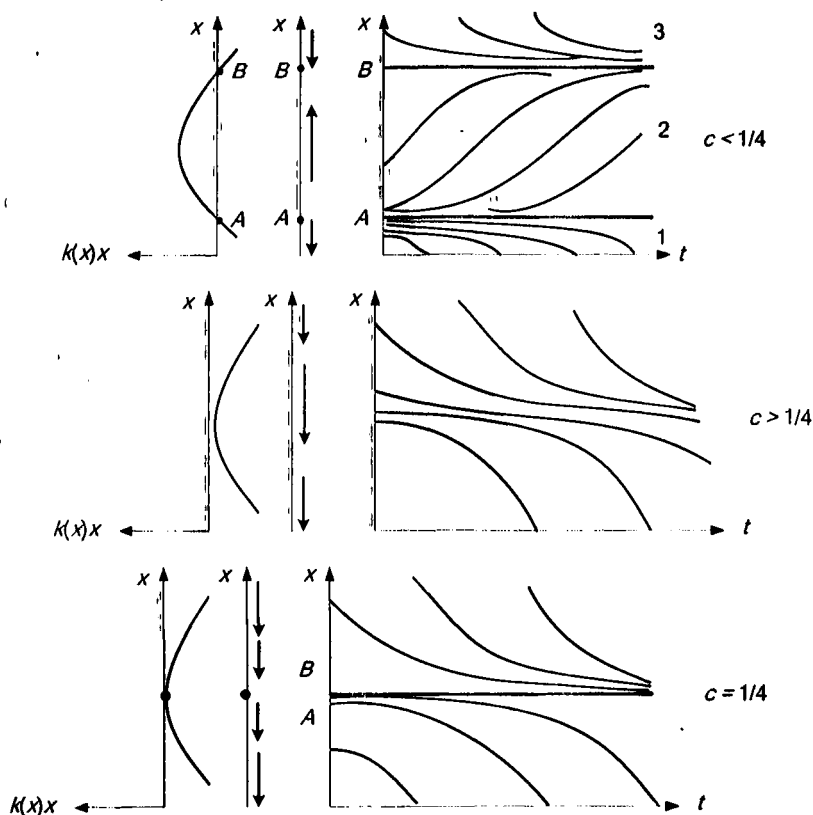


Рис. П4.4. Модель рыболовства:
 a – недолг; b – перелов; v – оптимум

Наша мягкая модель, при всей своей очевидной примитивности, позволяет, однако, предъявить способ борьбы с указанным злом. Оказывается, устойчивость восстанавливается, если заменить жесткое планирование обратной связью. Иными словами, решение о квоте вылова следует принимать не директивно ($c = \text{const}$), а в зависимости от достигнутого состояния системы:

$$c = kx,$$

где параметр k («дифференциальная квота») подлежит выбору.

В этом случае модель принимает вид (рис. П4.5)

$$\dot{x} = x - x^2 - kx.$$

При $k < 1$ с течением времени устанавливается стационарное состояние B , которое устойчиво. Средний многолетний «доход» $c = kx$ в этом состоянии оптимален, когда прямая $y = kx$ проходит через вершину параболы $y = x - x^2$, т.е. при $k = 1/2$. При этом выборе дифференциальной квоты k средний «доход» достигает максимально возможного в нашей системе значения. Но, в отличие от жестко планируемой системы, система с обратной связью устойчива и при оптимальном значении коэффициента k . Небольшое случайное уменьшение по отношению к стационарному уровню $x = B$ приводит к автоматическому восстановлению стационарного уровня силами самой системы. Более того, небольшое отклонение коэффициента оптимального значения $k = 1/2$ приводит не к самоуничтожению системы (как это было при небольшом отклонении от оптимального жесткого плана c), а лишь к небольшому уменьшению «дохода».

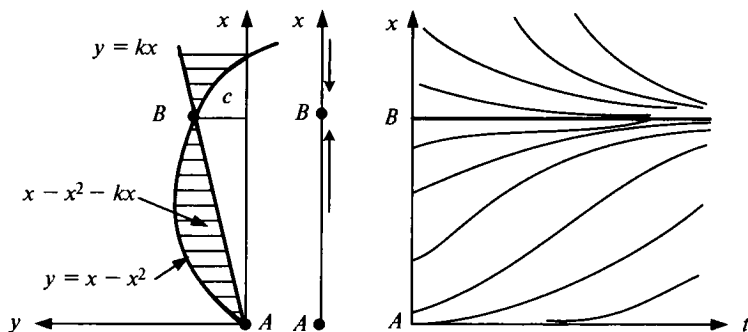


Рис. П4.5. Устойчивая система с обратной связью

Таким образом, введение обратной связи (т.е. зависимости принимаемых решений от реального состояния дел, а не только от планов) стабилизирует систему, которая без обратной связи разрушилась бы при оптимизации параметров.

Жесткие модели как путь к ошибочным предсказаниям. Любая модель должна обладать структурной устойчивостью. Это означает, что небольшие изменения параметров и функций модели не должны влиять на качество получаемых модельных результатов. Описанная

выше модель обладает этим свойством структурной устойчивости. Пример модели, не обладающей этим свойством — знаменитая модель Лотка—Вольтерра борьбы за существование (рис. П4.6):

$$\begin{cases} \dot{x} = ax - cxy; \\ \dot{y} = -bx + dxy. \end{cases}$$

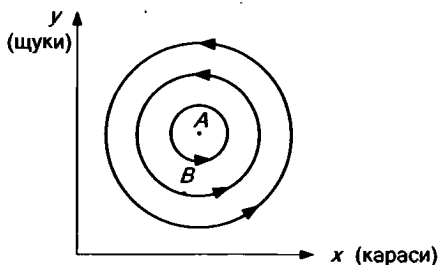


Рис. П4.6. Эволюция популяции карасей и щук в модели Лотка—Вольтерра

В этой модели x — численность карасей, y — щук. Коэффициент a описывает скорость естественного прироста численности карасей в отсутствие щук, b — естественное вымирание щук, лишенных карасей. Вероятность взаимодействия карася и щуки считается пропорциональной их количеству. Каждый акт взаимодействия уменьшает популяцию карасей, но способствует увеличению популяции щук (члены — cxy и dxy в правых частях уравнения).

Математический анализ этой (жесткой) модели показывает, что имеется стационарное состояние (A на рис. П4.6). Всякое же другое начальное состояние (B) приводит к периодическому колебанию численности карасей и щук, и возврату системы в исходное состояние B (по прошествии некоторого времени):

$$\begin{cases} \dot{x} = ax - cxy - \varepsilon f(x, y); \\ \dot{y} = -bx + dxy + \varepsilon g(x, y), \quad \varepsilon \ll 1. \end{cases}$$

Для проверки структурной устойчивости модели к правым частям добавляются малые члены (учитывающие, например, конкуренцию карасей за пищу и щук за карасей). В результате вывод о периодичности (возвращение системы в исходное состояние B), справедливый для жесткой системы Лотка—Вольтерра, теряет силу. В зависимости от вида малых поправок f и g возможны, например, сценарии 1—3 рис. П4.7 (которые уже структурно устойчивы).

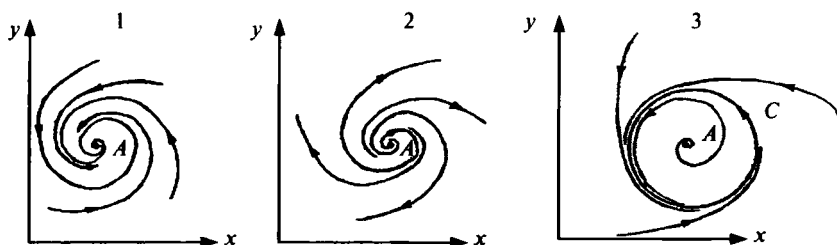


Рис. П4.7. Мягкая структурно-устойчивая модель борьбы за существование

В случае 1 равновесное состояние A устойчиво. При любых других начальных условиях через довольно длительное время устанавливается именно оно.

В случае 2 система «идет вразнос». Стационарное состояние неустойчиво. Эволюция приводит к резкому увеличению числа щук, то к их почти полному вымиранию (вследствие того, что они настолько истребили карасей, что есть уже нечего). Такая система в конце концов попадает в область столь больших или столь малых значений x и y , что модель перестает быть применимой: происходит изменение законов эволюции, т.е. революция.

В случае 3 в системе с неустойчивым стационарным состоянием A с течением времени устанавливается периодический режим C . В отличие от исходной жесткой модели Лотка—Вольтерра, в этой модели установившийся периодический режим не зависит от начального условия. Первоначально незначительное отклонение от стационарного состояния A приводит не к малым колебаниям около A , как в модели Лотка—Вольтерра, а к колебаниям вполне определенной (и независимой от малости отклонения) амплитуды.

Возможны и другие структурно-устойчивые сценарии (например, с несколькими периодическими режимами).

Для суждения о том, какой же из сценариев 1—3 (или иных возможных) реализуется в данной системе, необходима дополнительная информация о системе и о виде малых поправок f и g . Без этой информации жесткая модель может привести к качественно ошибочным предсказаниям. Доверять выводам, сделанным на основании жесткой модели, можно лишь тогда, когда они подкреплены положительными результатами исследования ее структурной устойчивости.

Вывод. Теория мягкого моделирования — это искусство получать относительно надежные результаты из анализа малонадежных моделей. Жесткую модель всегда необходимо проверять на структурную устойчивость и смягчать посредством включения в нее малых изменений.

Приложение 5. Рекомендации по усилению порядковой шкалы

Пусть имеется четыре предмета A , B , C и D . На первом этапе респонденту ставится задача упорядочить их в порядке предпочтения. Допустим, что респондент установил следующий порядок: $A \geq B \geq C \geq D$. Затем его просят приписать предметам (поставить в соответствие) любые числа между нулем и единицей, выразив тем самым силу предпочтения. Пускай мы получим следующий результат:

A	B	C	D
1,00	0,85	0,75	0,20

Затем ставится задача уточнить эти оценки. Например, респонденту можно поставить вопрос, что он предпочитает: A или B , C и D вместе взятые. Поскольку полученный результат как-то необходимо отразить в весовых коэффициентах, делается предположение, что весовой коэффициент совокупности альтернатив равен сумме их весовых коэффициентов. Если респондент ответит, что ему предпочтительнее A (т.е. $A > (B \cap C \cap D)$), то предметам B , C и D следует приписать новые коэффициенты:

A	B	C	D
1,00	0,65	0,20	0,10

Если же ответ будет противоположным A (т.е. $A < (B \cap C \cap D)$), то начальные веса могут оставаться неизменными, поскольку они сразу отвечали предъявленным требованиям.

Далее могут последовать другие уточняющие вопросы. Чтобы сократить перебор комбинаций при уточнении шкалы, предлагается наиболее предпочтительной альтернативе приписывать единичный вес, а остальные группировать по три и действовать по приведенной методике.

Интересно, что, несмотря на задание сил предпочтения в шкале отношений, результирующая шкала определяется только приблизительно и остается порядковой. Это связано прежде всего с тем, что респондент не в состоянии точно описать силы своих предпочтений, а задаваемые им числа являются лишь интуитивными.

Основным недостатком приведенных рекомендаций по усилению порядковой шкалы является то, что предположение об аддитивности весов предпочтения нередко не выполняется. Например, респондент может оценить бутерброд с маслом иначе чем суммой весов хлеба и масла в отдельности.

Приложение 6. Примеры порядковых шкал

Шкала твердости по Моосу. В 1811 г. немецкий минералог Ф. Моос предложил установить стандартную шкалу твердости, положив в ее основу типичное отношение порядка «минерал А тверже минерала В». Известно, что из двух минералов тверже тот, который оставляет на другом царапины или вмятины при соприкосновении должной силы.

В своей шкале Моос предусмотрел десять градаций. В качестве эталонов для каждой градации в порядке возрастания твердости приняты следующие минералы:

- 1 — тальк;
- 2 — гипс;
- 3 — кальций;
- 4 — флюорит;
- 5 — апатит;
- 6 — ортоклаз;
- 7 — кварц;
- 8 — топаз;
- 9 — корунд;
- 10 — алмаз.

Несмотря на то что градации (классы эквивалентности) обозначены числами, они все равно не числовые. Нельзя, например, утверждать, что алмаз в два раза тверже апатита или что разница в твердости флюорита и гипса такая же, как алмаза и топаза. Это означает, что приведенная шкала является типичным примером порядковой шкалы. Более того, поскольку промежуточных единиц градаций твердости шкала не имеет, а минералов в природе очень много (намного больше, чем число градаций), то можно утверждать, что приведенная шкала Мооса устанавливает искусственный квазипорядок на множестве.

Оценка долгосрочных обязательств. Для поддержки нормального функционирования рынков капитала в международной практике принято оценивать риски, связанные с приобретением долговых обязательств. Такую оценку осуществляет агентство Mood's, используя методику, которую предложил Джон Муди для классификации корпоративных долгов в 1909 г. и которая с тех пор почти не изменилась. В соответствии с этой методикой оценивается способность и желание эмитента выполнять свои долговые обязательства в полном объеме и в принятые сроки.

В таблице Пб.1 приведена шкала рейтингов агентства Mood's, используемая в отношении долговых обязательств со сроком погашения более года. Как видно, в таблице выделены две категории

обязательств: инвестиционная и рисковая. Рейтинги инвестиционной категории соответствуют минимальным кредитным рискам. По данным статистики, средние совокупные коэффициенты дефолта для корпоративных долговых инструментов в первые 10 лет не превышали 0,8% — для категории Ааа и 4,5% — для Ваа, в то время как аналогичный показатель для рискованной категории (средний) был значительно выше 28%.

Таблица П6.1. Рейтинги агентства Mood's для долгосрочных обязательств

<i>Рейтинг</i>	<i>Смысловое содержание</i>	<i>Категория</i>
Ааа	Исключительная кредитоспособность, высокий уровень на непредвиденные расходы, консервативная финансовая политика, отсутствие потребностей в будущих займах	Инвестиционная
Аа	Очень высокая кредитоспособность (значительно выше, чем у других эмитентов)	
А	Высокая кредитоспособность (превышающая средний уровень)	
Ваа	Средний уровень кредитоспособности	
Ва	Уровень кредитоспособности ниже среднего	Рискованная
В	Низкий уровень кредитоспособности (значительно ниже среднего)	
Саа	Очень низкий уровень кредитоспособности (спекулятивный характер обязательств)	
Са	Чрезвычайно низкая кредитоспособность (высокоспекулятивный характер обязательств)	
С	Абсолютно низкая кредитоспособность (исключительно спекулятивный характер обязательств)	

Для более точной оценки долгового эмитента в последние годы базовые рейтинговые категории, приведенные в табл. П6.1, дополняются индексами 1, 2 и 3. Индекс 1 указывает, что оцениваемое обязательство имеет ранг выше среднего в данной рейтинговой категории, индекс 2 соответствует среднему рангу в рейтинговой категории, а индекс 3 указывает, что ранг оцениваемого долгового обязательства меньше среднего значения данной рейтинговой категории.

Что касается самой методики оценки долговых обязательств, то она очень непростая и учитывает множество факторов, объединенных в пять групп: организационная структура, экономические условия, финансовое состояние, структура долговых обязательств и тенденции их изменения, тенденции и динамика развития политических отношений. Несмотря на то, что почти все факторы перечисленных групп имеют количественные оценки, существо рейтинговой оценки не сводится к применению расчетных формул, а имеет качественный характер.

Приложение 7. Технологические сети

В начале 80-х годов прошлого века, когда на очередном гребне научно-технического прогресса оказались системы автоматизированного проектирования (САПР), на кафедре теории экономических информационных систем МЭСИ был разработан аппарат *технологических сетей проектирования* как один из способов формализованного представления процессов проектирования КИС, пригодный для последующей программной реализации и формирования САПР КИС.

Как известно, при формализации различных процессов наиболее ответственным моментом является определение набора описательных конструкций. Он должен быть небольшим и вместе с тем достаточным для адекватной идентификации всех существенных сторон исследуемого процесса и их взаимосвязей. То есть аппарат формализованного описания технологии проектирования КИС должен был обеспечить описание возможных вариантов технологических процессов и технологические схемы использования инструментальных средств проектирования с единых методологических позиций. Структура процессов разработки конкретных систем должна быть синтезирована из формализованного описания совокупности действий по созданию КИС, характерных для некоторой технологии проектирования, и формализованного описания совокупности действий по применению инструментальных средств, использование которых возможно в рамках данной технологии.

В основу теории технологических сетей проектирования положено понятие «технологическая операция».

Определение 1. Операция проектирования КИС — это локализованный фрагмент технологического процесса $\langle V, P, W, Q, R, S \rangle$, в котором в пределах нормативных трудозатрат Q ресурсного обеспечения R посредством выполнения преобразователя P , предусматривающем инструментальную поддержку S , осуществляется перевод проекта из настоящего состояния V в последующее состояние W .

Вход V и выход W технологической операции (рис. П7.1) составляют компоненты проектирования, которые разделены на четыре класса: D — документы, P — параметры, U — универсумы (универсальные множества), G — программы.

Приведем определения структурных составляющих операции проектирования.

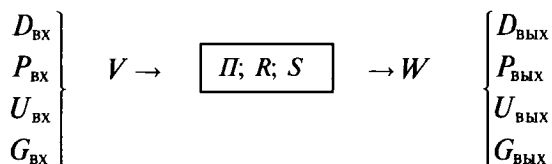


Рис. П7.1. Структура технологической операции проектирования

Определение 2. Документ D — это описатель некоторого факта и/или некоторого условия, и/или некоторого требования, и/или некоторого количественного параметра, и/или некоторого качественного параметра.

По функциональному назначению документы делятся на два типа: *конечные* документы, в полном объеме входящие в проект, и *промежуточные* — входные компоненты для других операций проектирования. Обычно для конечных документов имеются стандарты, которые с формальной стороны определяют требования к структуре и содержанию документа. Для промежуточных документов такие стандарты, как правило, отсутствуют. Отдельные документы могут одновременно принадлежать и к промежуточному, и к конечным типам.

Определение 3. Параметр P — это характеристика, и/или некоторое условие, и/или некоторое ограничение на проектируемую систему, заданные в явном виде.

Примерами параметров операций проектирования могут служить: объем финансирования, выделяемый на разработку системы; календарные сроки разработки; число работающих на объекте управления и т.п. Из определения 3 следует, что параметры могут рассматриваться как подкласс документов. Однако для лучшей формализации процесса проектирования их удобнее выделять в самостоятельный класс.

Определение 4. Универсум U — это полный перечень возможных значений некоторой компоненты операции проектирования и/или полный объем знаний о ней.

Универсум характеризуется многообразием элементов, которые исчерпывающе на определенный момент времени отражают состояние некоторого компонента проектирования или задают перечень его возможных состояний. Будем различать универсумы двух типов: *проектные* и *инструментальные*. *Проектные* универсумы являются результатом проектирования КИС и включаются полностью в соответствующий проект. Используемое в специальной литературе понятие «номенклатура постоянной информации» является частным случаем введенного понятия «проектный универсум». Примерами универсумов могут служить различные классификаторы: материалов и покупных изделий, работ и услуг, управленческой документации и т.п.

Инструментальные универсумы включают некоторые классы инструментальных средств. Например, перечень систем управления базами данных (СУБД), применение которых допустимо в рамках определенной технологии проектирования (множество СУБД с которыми имеет интерфейсы некоторая САПР). Элементами такого универсума будут выступать описания соответствующих СУБД.

Определение 5. Программа G — это некоторое проектное решение по реализации заданной функции управления объектом или обработки данных для управления, записанное в виде функциональных спецификаций, и/или в виде программных спецификаций, и/или в виде структурной схемы алгоритма, и/или в виде алгоритма на одном из алгоритмических языков, и/или в виде машинного алгоритма.

В процессе создания КИС программы как объекты разработки могут иметь разные состояния и, следовательно, разные формы документального отображения этих состояний (функциональные спецификации; программные спецификации; НРО — диаграммы; структурные схемы алгоритмов; алгоритмы, записанные на одном из алгоритмических языков на специальный бланках и др.). Документально зафиксированные состояния программ должны обеспечивать корреспонденцию между различными операциями проектирования при создании программного обеспечения КИС.

Определение 6. Преобразователь P — это некоторая методика, и/или формализованный алгоритм, и/или машинный алгоритм преобразования входа технологической операции в ее выход.

Исходя из определения можно выделить три разных типа преобразователей: ручные, человекомашинные и машинные. В качестве примера ручного преобразователя можно привести методику проектирования форм документов. Примером человекомашинного преобразователя может служить сценарий интерактивной отладки программ с помощью соответствующих инструментальных средств. Транслятор с алгоритмического языка является представителем машинно-реализуемых преобразователей.

Определение 7. Ресурсы R — это нормированные значения трудовых, материальных и технических (машинных) факторов, необходимых для выполнения преобразователя P с помощью средств проектирования S .

Определение 8. Средства проектирования S — типовые проектные решения, и/или пакеты прикладных программ, и/или типовые проекты КИС, и/или инструментальные средства проектирования, и/или системы автоматизированного проектирования КИС, используемые при выполнении преобразователя P .

С помощью операций проектирования процесс разработки КИС может быть однозначно описан технологической сетью проектиро-

вания, являющейся результатом взаимоувязки операций по их входам и выходам. Такое представление позволяет практически в любой точке процесса разработки делать срез технологической сети и по содержанию компонентов проектирования однозначно идентифицировать состояние проекта.

Изложенный подход формализованного описания совокупности действий по созданию КИС в виде технологических операций и концепция технологической сети проектирования создают хорошие предпосылки для эффективного осуществления функций управления процессом разработки по цепочке «планирование — учет — контроль — анализ — регулирование».

Действительно, технологическая сеть проектирования, содержащая все компоненты проекта, включая и промежуточные, все преобразователи, необходимые ресурсы на выполнение операций и используемые средства проектирования, после привязки к конкретной организационной структуре проектной организации представляет собой модель процесса проектирования. Использование такой модели позволяет планировать процесс, отслеживать траекторию развития проекта и вырабатывать необходимые корректирующие воздействия. Таким образом, рассмотренный подход к формализованному описанию процессов разработки обеспечивает условия для создания хорошо структурированной технологии проектирования компьютерных информационных систем.

В отличие от традиционных сетевых моделей (графов в терминах: «вершины-события, дуги-работы» или «вершины-работы, дуги-связи») технологическая сеть имеет существенно более сложную структуру. В первую очередь эта сложность обусловлена наличием вершин двух классов: вершин-преобразователей и вершин-событий. Последние идентифицируют появление в процессе разработки конкретных документов, параметров универсумов и программ. Дуги в технологической сети обозначают связи между вершинами. Связи допускаются только между вершинами разных классов: преобразователь-событие и событие-преобразователь. Прямые связи между вершинами одного класса невозможны.

Эти особенности затрудняют построение, задание (описание) и анализ технологических сетей с помощью известных методов работы с традиционными сетевыми моделями. Вместе с тем нетрудно увидеть, что технологическая сеть эквивалентна сети Петри. Преобразователи технологической сети соответствуют планкам — переходам сети Петри, а компоненты проектирования технологической сети эквивалентны вершинам — позициям сети Петри. Это означает, что для анализа технологических сетей можно использовать имеющийся арсенал сетей Петри.

Приложение 8. Смена парадигмы организационного менеджмента

Если проанализировать экономическую науку в разрезе ее специальностей по объему публикаций и числу защищаемых диссертаций, то приходим к выводу, что с подавляющим преимуществом лидирует специальность «Экономика и управление народным хозяйством» или, как теперь принято называть это направление, «Менеджмент». Но вот парадокс: отечественная экономика, развитие которой должен обслуживать менеджмент, показывает далеко не блестящие результаты. Возникает вопрос: почему?

Кроме чисто национальных особенностей, сопровождающих процесс адаптации западных управленческих моделей применительно к отечественным хозяйствующим субъектам, причина такого положения дел видится в отсутствии единой, последовательной, универсальной, жизнеспособной научной теории менеджмента, которая однозначно проецировалась бы на практический менеджмент. Сложилась такая ситуация, что научный менеджмент существует сам по себе и с практикой менеджмента имеет мало общего. Постулаты, положения и концептуальные схемы научного менеджмента не находят прямого применения в повседневной практике управления или проявляются фрагментарно. Таким образом, менеджмент пока еще не стал системной научной дисциплиной, однозначно и единообразно проецирующейся в системную управленческую практику.

Это подтверждается отсутствием общепринятого определения менеджмента и постоянным переименованием этого вида деятельности. Первоначально для описания процесса управления использовалось понятие «начальство» (от термина «начало», обозначающего старт нового созидательного дела). Начальник, т.е. человек, положивший начало этому делу, как правило, самолично участвовал в его становлении и управлял всем ходом работ. Это значительно позже слово «начальник» перекочевало в пенициарную систему и приобрело там негативный оттенок, с которым вошло в наш сегодняшний лексикон. Затем, когда начальные люди стали отходить от дел и привлекать к управлению наемных служащих, для обозначения управленческой деятельности стало использоваться понятие «руководство». Это свидетельствует о принудительном характере трудовой деятельности и широком применении прямого контроля для координации совместной работы непосредственных исполнителей работ. Позже, приступив к заимствованию западных моделей управления социаль-

но-экономическими системами, мы позаимствовали и слово для обозначения этого процесса — «администрирование». Однако, поскольку администраторам не удалось добиться нужных результатов, то их переименовали в управленцев, а понятие «администратор» приравняли к понятию «бюрократ». Слово «управление» для обозначения целенаправленного воздействия на развитие субъекта экономики использовалось вплоть до революционных событий начала 90-х годов прошлого века. Затем, как дань западному образу мыслей, в оборот вошло понятие «менеджмент». Поскольку и менеджмент не придал стройности науке управления, возникла потребность в очередном термине. Теперь это место занимает слово «лидерство». Но, по всей видимости, никто не удивится, если через несколько лет придумают еще одно название для обозначения управленческого процесса, а понятие «лидерство» станет его частным случаем. Такая нестабильность в управленческой терминологии — явный признак проблемности управленческой науки.

Как отмечает Ицхак Адизес, коренная проблема состоит в том, что парадигма менеджмента, суть которой состоит в том, что весь комплекс управленческих функций реализуется одним-единственным индивидом, осталась неизменной*. Иначе говоря, деловой мир находится в плену ошибочных представлений об индивидуалистическом характере менеджмента. Считается, что менеджер должен олицетворять собой весь процесс управления, имея непревзойденные навыки выполнения всех функций классического управленческого контура «планирование—организация—учет—контроль—анализ—регулирование», с одной стороны, и формирования эффективной команды с соответствующими коммуникациями и мотивацией, способной справиться со всеми задачами, которые существуют и/или могут спонтанно возникнуть в отмеченном контуре на протяжении воспроизводственного цикла — с другой. Однако в реальности такого менеджера не существует и его невозможно подготовить.

Аналогичное заблуждение свойственно экономической теории, которая лежит в основе научного менеджмента. В ней вся динамика экономического развития общества сводится к развитию некой гипотетической компании. При этом теория говорит только о том, как должен строиться процесс принятия решений, а не о том, как он протекает на самом деле. Кроме того, экономическая теория не затрагивает вопросов, кто занимается менеджментом и как люди

* Адизес И. Идеальный руководитель: почему им нельзя стать и что из этого следует: Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.

принимают совместные решения. Обычно речь идет лишь о том, как н а д о принимать решения.

Парадигма менеджера-одиночки никогда не работала на практике. Всегда менеджмент осуществляет команда, работающая в некоторой организационной структуре с выстроенными системами властных полномочий и вознаграждения, которая несет полную ответственность за функционирование и развитие хозяйствующего субъекта. Тем более в условиях глобализации, когда бизнес выходит за рамки национальных границ и самым невероятным образом проникает в новые сферы человеческого бытия, ориентировать систему управления компании или транснациональной корпорации на менеджера-одиночку невозможно. Даже самый талантливый менеджер может ошибиться, а «на кону» — жизненные интересы огромных коллективов.

Таким образом, существует настоятельная необходимость в уточнении парадигмы современного менеджмента. Возникает вопрос: какая парадигма нужна? Не претендуя на полноту, перечислим и проинтерпретируем ключевые требования к новой парадигме менеджмента.

Первое и главное: новая парадигма должна учитывать реальное положение вещей и позволять с ним справляться. Для этого нужно дать адекватное определение управленческому процессу. Это определение должно быть универсальным, конструктивным и не зависеть от сферы человеческой деятельности. Универсальность означает, что определение должно быть применимо как к коммерческим, так и к некоммерческим структурам в условиях рыночной экономики; конструктивность означает, что на его основе можно будет разработать надлежащие поведенческие модели, которые приведут к желаемым результатам, а независимость — это инвариантность разработанных моделей ко всем отраслям человеческой деятельности.

Второе: новая парадигма должна ориентироваться не на менеджера-одиночку, а на менеджера-команду. Для осуществления управленческих функций нужна команда лидеров, которые дополняют друг друга и способны взаимно уравнивать тенденциозность своих подходов к менеджменту. Если команда состоит из людей, имеющих одинаковые взгляды, она очень уязвима. Она не менее уязвима и в том случае, когда мнения и суждения ее членов абсолютно несовместимы. Команда сильна и жизнеспособна, если ее члены являются представителями разных стилей управления, но действуют заодно.

Третье: новая парадигма должна принять организационный (командный) конфликт и признать, что конфликт является нормой

и необходимой составляющей эффективного менеджмента. Конфликт в менеджменте закономерен и желателен, а мир и гармония — исключение. В реальной взаимодействующей команде менеджеров ее члены — живые люди, не похожие друг на друга. Одни сильны в том, в чем отстают другие, а значит, трудности общения при выработке единого мнения неизбежны. Даже блестящая управленческая команда, идеально соответствующая поставленным задачам, члены которой выносят зрелые суждения и способны преодолевать различия, не может управлять компанией без конфликтов; конфликты возникают даже там, где четко определены и понятны цель, информация и система вознаграждения, которые Герберт Саймон считал ключевыми факторами конфликта. Менеджер должен уметь преодолевать трения и разногласия, в противном случае ему не место в команде.

Ч е т в е р т о е: новая парадигма должна распространить на сферу менеджмента действие закона сохранения и превращения энергии. Нетрудно предположить, что управленческая команда располагает ограниченными человеческими ресурсами и энергетическими возможностями. Поэтому, чем больше энергии она расходует на улаживание внутренних конфликтов, тем меньше ее остается для развития компании. Таким образом, научившись конструктивно преодолевать конфликты, мы начнем извлекать выгоду из своих различий. Для этого необходимо создать доброжелательную среду, которая благоприятствует обучению. В атмосфере обучения иное мнение воспринимается не как угроза, вызов или досадное недоразумение, а как возможность ознакомиться с новыми подходами. Если члены взаимодействующей команды учатся, выслушивая возражения, и не испытывают при этом неприятных ощущений, совместные решения позволяют реализовать потенциал, который превосходит возможности отдельных членов команды.

Перечисленные требования к новой парадигме менеджмента наталкивают на мысль, что новая научная теория менеджмента должна опираться по крайней мере на «три кита»: теорию общего менеджмента, теорию оптимального управления, теорию систем и системный анализ. Из анализа существующих вариантов теории общего менеджмента видно, что наиболее продуктивной для новой парадигмы менеджмента и последующего ее воплощения в новой теории является концепция управления изменениями Ицхака Адизеса.

В соответствии с этой концепцией менеджмент представляет собой процесс, основная задача которого заключается в обеспечении результативности и эффективности экономической системы в ближайшей и долгосрочной перспективе. Для обеспечения надле-

жащего уровня управления команда менеджеров должна успешно выполнять четыре основные функции:

- производство (production);
- администрирование (administrating);
- предпринимательство (enterpreneuring);
- интеграция (integrating).

Производство обеспечивает результативность компании в краткосрочном периоде. Задача (Р) менеджера-производителя удовлетворить потребности клиентов. Производство обслуживают менеджеры Р-типа, которые должны знать, что нужно вашим клиентам и как его создать. То есть менеджер-производитель должен иметь представление об особенностях сегмента рынка, с одной стороны, и о технологии производства профильных для компании продукции и/или услуг — с другой. Кроме того Р-менеджер должен быть целеустремленным.

Администрирование (А) обеспечивает организованность и порядок в реализации бизнес-процессов. Менеджер А-типа должен следить за тем, чтобы деятельность компании была эффективной. Он планирует, контролирует, анализирует, регулирует и координирует бизнес-процессы, чтобы превратить в капитал накопленные знания и опыт сотрудников компании. Менеджер-администратор стремится, чтобы рабочая среда была продумана и хорошо организована. Поэтому любую новую бизнес-идею он подвергает тщательнейшему контролю. Предвидя проблемы, можно решить их, прежде чем они переросли в кризис, или отказаться от несостоятельной бизнес-идеи. Хороший менеджер А-типа противостоит хаосу и обеспечивает эффективность организации в краткосрочной перспективе.

Предпринимательство (Е) позволяет отслеживать изменения во внешней среде и вырабатывать упреждающие действия, чтобы гарантировать результативность компании в долгосрочной перспективе. Менеджер Е-типа должен хорошо ориентироваться в текущей обстановке, быть способным предвидеть, уметь прогнозировать развитие событий и вырабатывать направления развития компании с учетом предстоящих изменений. Другими словами, менеджеры-предприниматели определяют то, что необходимо делать сегодня, чтобы добиться желаемого завтра. Менеджер-предприниматель не просто определяет стратегические цели компании, он способен и готов рискнуть тем, что имеет, чтобы получить то, чего хочет. Он креативен, и его креативность направлена на трансформацию бизнес-идей в достижимые результаты.

Интеграция (I) обеспечивает такую атмосферу и систему ценностей в компании, которые будут стимулировать людей действовать

сообща и не дадут никому стать незаменимым. Если I-функция выполняется успешно, то люди научатся работать в команде и сумеют выполнить любую задачу, компенсируя недостающие навыки друг друга. Менеджер I-типа должен стремиться превратить индивидуальное предпринимательство в групповое. Нужно направить индивидуальную креативность каждого в единое русло, сформировав из людей, способных рисковать, готовую к риску группу и обеспечить слияние чувства ответственности каждого в корпоративную ответственность. Из всех типов менеджеров менеджер I-типа должен иметь наиболее выраженные творческие способности, поскольку ему приходится и объединять индивидов с разными интересами и принимать решения на основе фрагментарной и слабо структурированной информации. Если в компании отсутствует менеджер-интегратор, то ее глобальные интересы никто не отслеживает. В таких условиях каждый заботится о себе: держателям акций нужны дивиденды, менеджеры стремятся обеспечить себе максимальное вознаграждение, в том числе «золотые парашюты», рабочие разворачивают кампании протеста и т.д. Это часто оборачивается большими издержками для компании. Следовательно, интегрирующая функция составляет фундаментальный смысл существования любой системы и направлена на обеспечение ее долгосрочной эффективности. Менеджеры, способные качественно выполнять интегрирующую функцию, имеют потенциал, позволяющий стать лидерами компании.

Аналитики различают два вида системной динамики: функционирование и развитие. *Функционирование* любой компании они связывают с производством желаемых результатов, которое, как правило, рассматривается на относительно краткосрочных периодах времени. *Развитие*, напротив, ассоциируется с изменениями и трансформацией системы под влиянием внешних факторов на более продолжительных временных горизонтах.

Рассмотренные функции менеджеров обеспечивают динамику управляемой компании в краткосрочном и долгосрочном аспектах. На рис. П8.1 приведено распределение функций менеджеров по видам динамики компании. Как видно, качественное выполнение функций производства (Р) и администрирования (А) обеспечивает успешное функционирование компании, т.е. хорошую системную динамику в краткосрочной перспективе. В то же время качественное выполнение функций предпринимательства (Е) и интегрирования (I) обеспечивает результативность и эффективность компании в долгосрочной перспективе, нередко в ущерб краткосрочным результатам. Отсюда очевидный вывод: чтобы компания была успешной в

ближайшей и отдаленной перспективе, требуется качественное выполнение всех четырех функций. Другими словами, чтобы обеспечить нормальную динамику компании-«черепахи», необходима согласованная работа всех четырех функций-«лап».

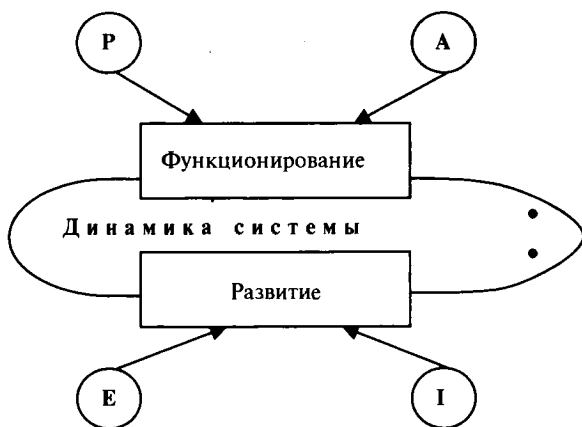


Рис. П8.1. Управляемая динамика компании

Что касается других фундаментальных основ нового менеджмента, то теория оптимального управления с ее строгим математическим аппаратом дает возможность количественно оценивать качество управления, а теория систем и системный анализ должны обеспечить полноту и целостность теории научного менеджмента, выстроенной на базе новой парадигмы. Дело осталось за малым: сформировать новую парадигму и новую теорию научного менеджмента.

Приложение 9. Культура экономических систем

Всякую систему характеризуют не столько ее элементы, сколько их отношения друг с другом и каждого в отдельности с системой как единым целым. Эти отношения образуют структуру, которая зависит от характера связей, объединяющих и удерживающих вместе элементы системы. И если в технических системах связующей субстанцией служит энергия, подчиняя тем самым отношения элементов физическим законам, то в социокультурных системах эту роль выполняют знания и информация, для которых физические законы не являются определяющими. Поэтому многие положения теории систем и классического системного анализа не применимы к социокультурным системам с их информационно связанными активными элементами (участниками). Чтобы пояснить суть информационной связи, необходимо более подробно остановиться на понятиях «культура» и «социальное познание».

В основе человеческой культуры лежит способность человека к образному и абстрактному мышлению. Образное мышление было необходимым условием выживания человека в доисторическую эпоху. Способность наблюдать и понимать многочисленные события и явления окружающей среды позволяла ему избегать многих опасностей. Однако понимания разрозненных явлений по отдельности явно не достаточно для установления устойчивой взаимосвязи с окружающим миром. Понадобились дополнительные усилия, чтобы соединить разрозненные информационные фрагменты в единое целое и сформировать свою ментальную модель окружающего мира. Эта модель базируется на системе предположений о природе пространственных, временных и причинных событий и включает концепцию ценностей и оценку роли самого человека в окружающей среде.

Значительная часть ментальной модели мира является общей для всех индивидов, находящихся в тех же социальных условиях. А какая-то ее часть остается сокровенной и глубоко личной. В новой эпистемологии общую часть ментальной модели называют *дружественным знанием* или *социальным познанием*. Именно эта часть модели образует основу для связи между членами человеческого сообщества и обеспечивает необходимые условия для осмысленного обмена информацией. Степень совпадения мировоззрения отдельного человека с коллективным взглядом на мир некоторого сообщества определяет степень его интеграции в это сообщество. Коллективный образ мира, вобравший в себя убеждения, оценки, идеа-

лы и традиции той или иной этнической общины, называют *культурой народа*.

Несмотря на то что, с точки зрения отдельно взятого индивида, культура существует с незапамятных времен, его целенаправленные действия способны ее изменить. Но успех такой затеи всегда зависит от степени ее проникновения в коллективный образ мира. Для того чтобы инициатива индивида была принята, она должна завладеть массами. Отсюда следует, что у народа существует коллективная способность изменять свою культуру и воплощать в жизнь желаемое будущее. С ней связаны ключевые возможности его развития и главные препятствия на избранном пути.

Практическое значение культуры заключается в том, что она помимо всего прочего является системой самостоятельного принятия решений — помимо участия человека. Если, например, человек не знает (или не задумывается), как воспитывать своих детей, то культура сделает это за него. Люди привыкают пользоваться стандартными решениями и в результате просто забывают о своем праве и возможности делать собственный выбор. Неписанные законы коренятся очень глубоко и считаются неоспоримой и безоговорочной истиной до тех пор, пока не найдутся желающие бросить им вызов.

Инерция культуры выражается в формировании общественных и индивидуальных представлений, которые действуют подобно фильтрам и обеспечивают избирательный способ восприятия. Сообщения, соответствующие принятым представлениям, воспринимаются и укореняются, а сообщения, противоречащие неписаным законам, как правило, игнорируются и не оказывают сколь-нибудь заметного влияния. Этот феномен неизбежно тормозит процесс изменений, но в то же время действует как защитный механизм, выполняя немаловажную функцию сохранения целостности системы.

Социальное познание представляет собой дружественное знание или ту часть коллективной ментальной модели, которая является общей для всех членов некоторого сообщества. В нем заложена и содержится огромная энергия будущих перемен. Потенциальная сила социального познания обусловлена его творческой способностью удовлетворять появляющиеся желания и постоянную потребность в новых идеалах. Эта способность реализуется путем активной и напряженной работы сообщества по созданию новых знаний, расширению области познания и обогащению в конечном счете коллективной картины мира.

Как известно, знания не подчиняются закону изменения и сохранения энергии. Человек не теряет свои знания, поделившись ими с другими. Способность делиться знаниями и обучаться позво-

ляет мультиразумным системам постоянно повышать свой уровень организации. Именно это коллективное и разделяемое всеми участниками знание наделяет сообщество способностью самореконструироваться и прогрессировать в направлении более высокого уровня упорядоченности и сложности. Однако это влечет за собой и необходимость изменения традиционных принципов организации.

Переосмысление важнейших параметров и формирование, по существу, новой системы ассоциируют с процессом познания второго порядка. В отличие от познания первого порядка, для которого характерны некие количественные изменения значений параметров при неизменной структуре, познание второго порядка — это пересмотр исходных предпосылок и качественные изменения целей системы и путей их достижения, что, несомненно, обуславливает необходимость структурных перемен. Познание второго порядка устанавливает новые правила для познания первого порядка и предусматривает возможность упорядоченной трансформации и развития мультиразумной системы.

Здесь уместно заметить, что любая идеология представляет собой серьезное препятствие для познания второго порядка. Дело в том, что всем идеологиям присуща одна весьма существенная характеристическая черта: они претендуют на «истину в последней инстанции». Подлинные сторонники идеологии никоим образом не должны подвергать сомнению истинность ее положений, а это несовместимо с познанием второго порядка, задачей которого как раз и является оспаривание исходных постулатов и пересмотр традиционной системы ценностей. Познание второго порядка — это активный процесс проектирования будущего и изобретения средств для его претворения в жизнь.

Основным понятием современного системного мировоззрения является *развитие*. Развитие организации представляет собой целенаправленный переход к более высокому уровню интеграции и дифференциации одновременно (табл. П9.1). Это процесс коллективного познания, благодаря которому социокультурная система повышает свою способность и желание служить интересам своих членов и окружающей среды. *Дифференциация* означает ориентацию на поиск различий между сходными явлениями и ассоциируется с возрастанием сложности, разнообразием, автономией и морфогенезом (созданием новой структуры). *Интеграция*, наоборот, — ориентация на поиск сходства между различными явлениями и ассоциируется с упорядоченностью, однородностью, согласованностью, коллективизмом и морфостазом (поддержанием стабильности структуры).

В зависимости от характеристик определенной культуры социокультурная система может перейти от состояния хаотической простоты к состоянию упорядоченной простоты путем усиления интеграции в ущерб дифференциации или развиваться до состояния хаотической сложности путем усиления дифференциации в ущерб интеграции.

Таблица П9.1. Уровни дифференциации и интеграции

<i>Интеграция</i>	<i>Дифференциация</i>	
	<i>Простота</i>	<i>Сложность</i>
<i>Хаос</i>	Хаотическая простота	Хаотическая сложность
<i>Порядок</i>	Упорядоченная простота	Упорядоченная сложность

Однако она может двигаться в сторону упорядоченной сложности, характерной для более высоких уровней организации, путем одновременного стремления к сложности и упорядоченности. Это означает, что для каждого уровня дифференциации должен существовать минимальный уровень интеграции, ниже которого система просто распадется на части и превратится в хаос, и наоборот, для более высоких уровней интеграции необходима большая степень дифференциации, чтобы система не утратила своих преимуществ.

В рамках отдельно взятой культуры существует множество социальных направлений. Наличие левых и правых в каждой социальной группе — наглядное проявление этого феномена (рис. П9.1).

В подвижных социальных условиях колебания небольшой амплитуды происходят в рамках культуры без каких-либо серьезных потрясений. Однако если какое-либо направление попытается выйти за пределы культурного курса, то последует мощная реакция, которая бросит систему в противоположную крайность, приведет к нарастанию амплитуды колебаний и скатыванию системы к фазовому переходу. К сожалению, когда в обществе бушуют противоборствующие и жесткие идеологии, социальная трансформация чаще всего происходит путем насильственных (революционных) действий и система погружается в абсолютно новую среду с новыми значениями ее ключевых параметров.

Эволюционное же развитие мультиразумной системы представляет собой последовательный переход от одного способа организации к другому, при котором каждый последующий способ характеризуется более высокими уровнями интеграции и дифференциации,

имея возможность избавиться от противоречий предыдущего уровня путем их преобразования в сотрудничество или соревнование.

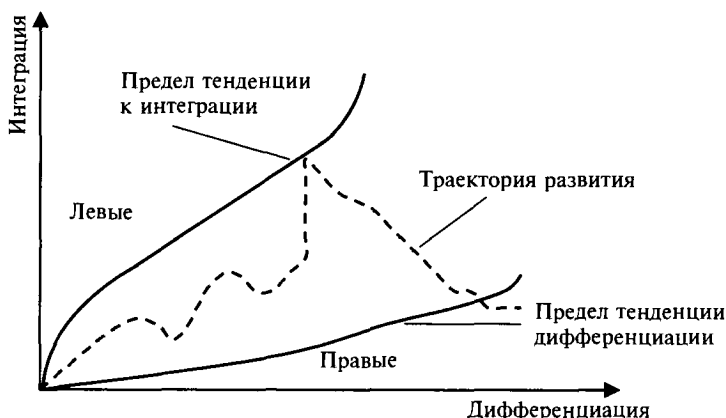


Рис. П9.1. Рамки культуры

В понятии «развитие» выделяют два активных фактора: желание и способность. Возбудить желание помогает привлекательное видение лучшего будущего, усиленное взаимодействием процессов создания нового. Способность человека к творчеству вместе с его желанием делиться своими достижениями с другими приводит к формированию коллективного образа желаемого будущего. Этот образ вызывает недовольство существующим положением дел и желание его изменить. Однако желание является только необходимым, но не достаточным условием для обеспечения развития. Другим дополняющим фактором является способность обеспечить перемены. Она ассоциируется с верой инициатора перемен в собственные силы и умением хотя бы отчасти управлять ходом событий. Те, кто испытывает благоговейный страх перед своим окружением и свято верит в формирование своего будущего некими сторонними силами, даже не допускают мысли о его сознательном изменении.

Однако способностей оценивать жизненно важные параметры системы и целенаправленно влиять на их значения недостаточно для развития. Без коллективного представления о лучшем будущем недовольство коллектива может с легкостью обернуться ненавистью и стать великой объединяющей силой, которая успешно справится с уничтожением настоящего, но совсем не обязательно окажется шагом на пути к созданию более достойного будущего.

Библиографический список

1. Адизес И. Идеальный руководитель: почему им нельзя стать и что из этого следует: Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
2. Адизес И. Управление жизненным циклом корпорации: Пер. с англ. СПб.: Питер, 2007.
3. Адизес И. Управляя изменениями: как эффективно управлять изменениями в обществе, бизнесе и личной жизни: Пер. с англ. СПб.: Питер, 2008.
4. Акофф Р., Магидсон Дж., Эдисон Г. Идеализированное проектирование: создание будущего организации: Пер. с англ. М.: Баланс Бизнес Букс, 2007.
5. Акофф Р. Эмери Ф. О целеустремленных системах: Пер. с англ. М.: Советское радио, 1974.
6. Акофф Р. Планирование будущего корпорации: Пер. с англ. М.: Прогресс, 1985.
7. Антонов А.В. Системный анализ: Учебник. М.: Высшая школа, 2004.
8. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2007.
9. Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990.
10. Барнард Ч. Функции руководителя: социологический анализ организаций: Пер. с англ. М.: Вече, 2000.
11. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2006.
12. Берталанфи Л. Общая теория систем: критический обзор// Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969.
13. Берталанфи Л. Общая теория систем: обзор проблем и результатов// Системные исследования: ежегодник. М.: Наука, 1969.
14. Бояцис Р., Макки Э. Резонансное лидерство: совершенствование и построение плодотворных взаимоотношений с людьми на основе активного сознания, оптимизма и эмпатии: Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
15. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем: Учеб. пособие. М.: Высшая школа, 2006.
16. Гараедаги Дж. Системное мышление: как управлять хаосом и сложными процессами: Пер. с англ. Минск: Гревцов Паблшер, 2007.
17. Дрогобыцкий А.И. Корпоративное управление в знаниевой экономике. М.: Экономика, 2008.
18. Дрогобыцкий И.Н. Информационное моделирование экономических систем: Учеб. пособие. М.: Финансовая академии при правительстве РФ, 1999.
19. Дрогобыцкий И.Н. Проектирование автоматизированных информационных систем: организация и управление. М.: Финансы и статистика, 1992.

20. *Дрогобыцкий И.Н.* Методология исследования экономических систем. Таганрог: Таганрогский институт управления и экономики, 2007.

21. *Дрогобыцкая К.С.* Организационный дизайн в информационном обществе. М.: Экономика, 2009.

22. *Каплан Р., Нортон Д.* Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию: Пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 2005.

23. *Каплан Р. Нортон Д.* Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты: Пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 2005.

24. *Клейнер Г.Б.* Стратегия предприятия. М.: Дело, 2008.

25. *Клейнер Г.Б.* Системная парадигма и экономическая политика// Общественные науки и современность. 2007. № 3. С. 108—115.

26. *Кунде Й.* Корпоративная религия: создание сильной компании с яркой индивидуальностью и корпоративной душой: Пер. с англ. СПб.: Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2004.

27. *Лабскер Л.Г. Бабешко Л.О.* Игровые методы в управлении экономикой и бизнесом: Учеб. пособие. М.: Дело, 2001.

28. *Лабскер Л.Г.* Теория критериев оптимальности и экономические решения. М.: КНОРУС, 2008.

29. *Липидус В.А.* Всеобщее качество (TQM) в российских компаниях. М.: Типография Новости, 2000.

30. *Макаров В.Л., Клейнер Г.Б.* Микроэкономика знаний. М.: Экономика, 2007.

31. *Марко Д., Мак Гоуэн К.* Методология структурного анализа и проектирования: Пер. с англ. М.: Метатехнология, 1993.

32. *Мильнер Б.З.* Теория организации. М.: Инфра-М, 1999.

33. *Минцберг Г.* Структура в кулаке: создание эффективной организации: Пер. с англ. СПб.: Питер, 2001.

34. *Могилевский В.Д.* Методология систем. М.: Экономика, 1999.

35. *Новиков Д.А.* Сетевые структуры и организационные системы. М.: ИПУ РАН, 2003.

36. *Нонака И., Такеучи Х.* Компания — создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах: Пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 2003.

37. *О'Коннор Дж., Макдермотт И.* Искусство системного мышления: необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем: Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.

38. *Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П.* Основы системного анализа: Учебник. Томск: изд-во НТЛ, 1997.

39. *Постон Т., Стюарт И.* Теория катастроф и ее приложения: Пер. с англ. М.: Мир, 1980.

40. *Прахалад К., Рамаявали В.* Управление взаимоотношениями с клиентами: Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.

41. *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса: Пер. с англ. М.: Прогресс, 1986.
42. *Преффер Дж.* Власть и влияние: политика и управление в организациях: Пер. с англ. М.: Вильямс, 2007.
43. *Разумов О.С., Балгодатских В.А.* Системные знания: методология, практик. М.: Финансы и статистика, 2006.
44. *Сенге П.* Пятая дисциплина: искусство и практика саомобучающейся организации: Пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 2003.
45. *Спивак В.А.* Корпоративная культура СПб.: Питер, 2001.
46. *Тейлор Ф.* Принципы научного менеджмента: Пер. с англ. М.: Контроллинг, 1991.
47. *Теория систем и системный анализ в управлении организациями:* Справочник / Под ред. В.Н. Волковой, А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистики; Инфра-М, 2009.
48. *Тоффлер Э.* Метаморфозы власти. Знание, богатство и сила на пороге XXI века: Пер. с англ. М.: изд-во АСТ, 2004.
49. *Уотерман Р.* Факторы обновления. Как сохраняют конкурентоспособность лучшие компании: Пер. с англ. М.: Прогресс, 1988.
50. *Харрингтон Дж.* Совершенство управления изменениями: Пер. с англ. М.: РИА «Стандарты и качество», 2008.
51. *Хотяшов Э.Н.* Проектирование машинной обработки экономической информации: Учебник. М.: Финансы и статистика, 1978.
52. *Эванс Дж.* Управление качеством: Пер. с англ. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007.
53. *Эдвинсон Л.* Корпоративная долгота: навигация в экономике, основанной на знаниях: Пер. с англ. М.: ИНФРА-М, 2005.
54. *Экономико-математическое моделирование:* Учебник / Под общ. ред. И.Н. Догобыцкого. М.: Экзамен, 2004.
55. *Скворцов І.Б.* Аналітичні методи економістії в сфері інвестицій: введення в аналітичну економіку Львів: Львівська політехніка, 1999.
56. *Щенетова С.Е.* Моделирование и синтез гибких экономических систем. Н. Новгород: Гладкова О.В., 2009.
57. *Braverman H.* Labor and monopoly capital: The Degradation of Work in the twentieth Century N. v.: Moonthly review press, 1974.
58. *Gadamer H., Marshall D.* Truth and Method/ H. Gadamer, New York: Grossroad, 1989.
59. *Hammel G.* Competing for the future/ G. Hammel, C.K. Prahalad. Harvard: Harvard business Scholl Press, 1994.

Оглавление

От автора	3
Введение	6
Раздел I. Основные положения теории систем	11
Глава 1. Системность как общее свойство материи.....	12
1.1. Системность в практической деятельности человека.....	12
1.2. Системность познавательных процессов.....	18
1.3. Системность окружающего мира	20
Контрольные вопросы	23
Темы рефератов и эссе	24
Глава 2. Жизненный цикл системы	25
2.1. Рождение системы.....	25
2.2. Развитие системы	28
2.3. Гибель системы	31
2.4. Причины и специфика гибели экономических систем.....	33
2.5. Противоречия в системе	36
Контрольные вопросы	38
Темы рефератов и эссе	40
Глава 3. Определение системы	41
3.1. Система как философская категория	41
3.2. Специфические свойства экономических систем	52
3.3. Классификация систем	58
Контрольные вопросы	61
Темы рефератов и эссе	63
Глава 4. Классификация экономических систем	64
4.1. Определение экономической системы	64
4.2. Пространственно-временная классификация экономических систем.....	65
4.3. Эволюционно-интеллектуальная классификация экономических систем.....	69
Контрольные вопросы	72
Темы рефератов и эссе	72
Раздел II. Моделирование систем	73
Глава 5. Методы и средства моделирования	74
5.1. Структурирование процессов моделирования	74
5.2. Иерархия моделей	77
5.3. Классификация методов моделирования	78
5.4. Проблемы моделирования экономических систем	82
Контрольные вопросы	84
Темы рефератов и эссе	84

Глава 6. Статические модели	85
6.1. Модель «черного ящика»	85
6.2. Модель состава системы	89
6.3. Структурная модель системы	91
Контрольные вопросы	94
Темы рефератов и эссе	95
Глава 7. Динамические модели	96
7.1. Динамическая модель «черного ящика»	96
7.2. Динамическая модель состава	100
7.3. Динамическая структурная модель	103
Контрольные вопросы	107
Темы рефератов и эссе	108
Раздел III. Структурные построения экономических систем	109
Глава 8. Организационная структура экономической системы	110
8.1. Структура системы	110
8.2. Координация в управлении экономическими системами	112
8.3. Структурообразующие части экономической системы	114
8.4. Централизация и децентрализация управления	119
Контрольные вопросы	124
Темы рефератов и эссе	126
Глава 9. Параметры организационного дизайна	127
9.1. Параметры специализации труда, обучения и индоктринации	127
9.2. Параметры формирования структурных подразделений и определения их размеров	133
9.3. Параметры нештатного взаимодействия и формализации поведения элементов организационной структуры	142
9.4. Параметры планирования и контроля	147
Контрольные вопросы	151
Темы рефератов и эссе	152
Глава 10. Типовые конфигурации организационной структуры	153
10.1. Простая структура	153
10.2. Механистическая бюрократия	157
10.3. Профессиональная бюрократия	168
10.4. Дивизиональная организация	176
10.5. Адхократическая структура	185
10.6. Силовое поле структурных построений	196
Контрольные вопросы	200
Темы рефератов и эссе	200

Раздел IV. Процедуры системного анализа	201
Глава 11. Целеполагание	202
11.1. Область определения цели.....	202
11.2. Сложности целеполагания.....	204
11.3. Структурные цели.....	207
Контрольные вопросы	210
Темы рефератов и эссе	210
Глава 12. Вскрытие системности	211
12.1. Язык системных диаграмм.....	211
12.2. Примеры системных диаграмм	214
12.3. Техника построения системных диаграмм	225
Контрольные вопросы	227
Темы рефератов и эссе	228
Глава 13. Декомпозиция.....	229
13.1. Единство и обособленность анализа и синтеза в системных исследованиях.....	229
13.2. Техника декомпозиции	230
13.3. Алгоритмизация процесса декомпозиции	233
Контрольные вопросы	237
Темы рефератов и эссе	238
Глава 14. Агрегирование.....	239
14.1. Агрегирование и эмерджентность	239
14.2. Техника агрегирования	240
14.3. Агрегирование данных	242
Контрольные вопросы	244
Темы рефератов и эссе	244
Глава 15. Измерения.....	245
15.1 Измерительные шкалы.....	245
15.2. Номинальная шкала.....	246
15.3. Порядковая шкала	248
15.4. Интервальная шкала	250
15.5. Шкала отношений.....	252
15.6. Шкала разностей	253
15.7. Абсолютная шкала.....	254
15.8. Выбор и трансформация измерительной шкалы	254
Контрольные вопросы	256
Темы рефератов и эссе	257
Глава 16. Экономические измерения	258
16.1. Специфика экономических измерений	258
16.2. Измерения недетерминированных величин.....	265
16.3. Регистрация и обработка экспериментальных данных	266
16.4. Содержание обработки статистических данных	269

Контрольные вопросы	271
Темы рефератов и эссе	272
Глава 17. Выбор	273
17.1. Проблематика выбора	273
17.2. Постановка многокритериальной задачи оптимизации	276
17.3. Сведение к однокритериальной задаче	277
17.4. Условная оптимизация	279
17.5. Метод уступок	280
17.6. Поиск альтернативы с заданными свойствами	281
17.7. Нахождение множества Парето	283
Контрольные вопросы	284
Темы рефератов и эссе	285
Глава 18. Выбор в условиях неопределенности	286
18.1. Выбор в условиях неопределенности с дискретным набором альтернатив и исходов	286
18.2. Подходы к решению игровых задач выбора в условиях неопределенности	288
18.3. Выбор в условиях статистической неопределенности	290
Контрольные вопросы	293
Темы рефератов и эссе	293
Глава 19. Методы группового выбора	294
19.1. Условия проведения экспертизы	294
19.2. Методы обработки оценок экспертов	295
19.3. Метод Дельфи	297
19.4. Голосование	300
Контрольные вопросы	305
Темы рефератов и эссе	306

Раздел V. Методологическое и методическое обеспечение системного анализа 307

Глава 20. Основные положения системной методологии	308
20.1. Целостное восприятие	308
20.2. Итерационное мышление	310
20.3. Интерактивное моделирование	315
Контрольные вопросы	318
Темы рефератов и эссе	319
Глава 21. Методы обнаружения и идентификации проблем в экономических системах	320
21.1. Итерационность системных исследований	320
21.2. Поиск и выделение характерных свойств системы	322

21.3. Схематическое описание беспорядка.....	326
21.4. Связанная интерпретация беспорядка.....	327
Контрольные вопросы	328
Темы рефератов и эссе	328
Глава 22. Базовая методика системного анализа	329
22.1. Формулирование проблемы.....	329
22.2. Формирование проблематики	330
22.3. Конфигурирование проблемы	332
22.4. Постановка задачи.....	333
22.5. Определение целей.....	334
22.6. Выбор критериев	336
22.7. Генерирование альтернатив.....	339
22.8. Моделирование	341
22.9. Синтез решения.....	343
22.10. Реализация решения.....	343
Контрольные вопросы	345
Темы рефератов и эссе	346
Глава 23. Особенности решения экономических проблем	347
23.1. Как обеспечить максимум представительности и минимум конфликтности	347
23.2. Как бороться с недооценкой будущего	350
23.3. Как достичь объективности целей и точности критериев.....	351
23.4. Как обеспечить необходимую и достаточную вооруженность системного анализа знаниями.....	352
Контрольные вопросы	354
Темы рефератов и эссе	355
Глава 24. Внедрение результатов системного анализа.....	356
24.1. Системная практика.....	356
24.2. Условия участия заинтересованных сторон в системном анализе.....	357
24.3. Особенности внедрения результатов системного анализа	359
24.4. Этика системного анализа	360
24.5. Этика систем.....	361
Контрольные вопросы	366
Темы рефератов и эссе	366
Заключение.....	367

Приложение 1. Обратные связи	368
Приложение 2. Традиционные подходы к классификации систем.....	375
Приложение 3. Ментальные модели	383
Приложение 4. «Жесткие» и «мягкие» математические модели ..	385
Приложение 5. Рекомендации по усилению порядковой шкалы	395
Приложение 6. Примеры порядковых шкал	396
Приложение 7. Технологические сети	399
Приложение 8. Смена парадигмы организационного менеджмента	403
Приложение 9. Культура экономических систем.....	410
Библиографический список.....	415

Учебник

Дрогобыцкий Иван Николаевич,
доктор экономических наук, профессор

**Системный анализ
в экономике**

Редактор Т.М. Дубович
Корректор С.А. Дениско
Оригинал-макет Н.В. Спасской
Оформление художника А.П. Яковлева

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.60.953.Д.013020.11.09 от 06.11.2009 г.

Подписано в печать 28.02.2011 (с готовых ps-файлов)
Изд. № 1894
Формат 60×90 1/16
Гарнитура Microsoft Sans Serif
Бумага офсетная
Усл. печ. л. 26,5. Уч.-изд. л. 21,0
Тираж 10 000 экз. (1-й завод – 1000)
Заказ 1898

ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО ЮНИТИ-ДАНА»
Генеральный директор В.Н. Закаидзе

123298, Москва, ул. Ирины Левченко, 1
Тел.: 8-499-740-60-14. Тел./факс: 8-499-740-60-15
www.unity-dana.ru E-mail: unity@unity-dana.ru

Отпечатано с готовых файлов заказчика
в ОАО ИПК «Ульяновский Дом печати»
432980, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14

