

ПРИКЛАДНОЙ СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Допущено Советом УМО
по образованию в области менеджмента
в качестве **учебного пособия**
по специальности «Государственное
и муниципальное управление»



МОСКВА
2010

УДК 002+517(075.8)
ББК 32.81+22.16я73
Т19

Рецензенты:

В.А. Кочегуров, академик Международной академии информатизации, проф.
кафедры прикладной математики Томского политехнического университета,
д-р техн. наук,

А.М. Кориков, засл. деятель науки РФ, заведующий кафедрой автоматизиро-
ванных систем управления Томского государственного университета систем
управления и радиотехники, д-р техн. наук, проф.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Введение. Как возник системный анализ	7
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	10
Часть I. СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ: МЕТОДОЛОГИЯ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	
Глава 1. ПРОБЛЕМА И СПОСОБЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ	12
1.1. Варианты решения проблем	13
1.2. Способы влияния на субъект	13
1.3. Вмешательство в реальность	14
1.4. Три типа идеологий	16
1.5. Осуществимо ли улучшающее вмешательство?	18
1.6. Четыре типа вмешательств	19
1.7. Еще о прикладном системном анализе	25
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	27
Глава 2. ПОНЯТИЕ СИСТЕМЫ	29
2.1. Статические свойства системы	30
2.2. Динамические свойства системы	38
2.3. Синтетические свойства системы	44
2.4. Заключение (системная картина мира)	53
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	54
Глава 3. МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ	56
3.1. Моделирование – неотъемлемая часть любой деятельности	56
3.2. Анализ и синтез как методы построения моделей	59
3.3. Что такое модель?	61
3.4. Аналитический подход к понятию модели	62
3.5. Классификация – простейшая абстрактная модель разнообразия реальности	66
3.6. Искусственная и естественная классификации	68
3.7. Реальные модели	71
3.8. Синтетический подход к понятию модели	72
3.9. Понятие адекватности	75
3.10. Согласованность модели с культурой	76
3.11. Иерархия моделей	76
3.12. Заключение	77
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	78

Глава 4. УПРАВЛЕНИЕ	80
4.1. Аналитический подход к управлению: пять компонентов управления	80
4.2. Этап нахождения нужного управления	83
4.3. Синтетический подход к управлению: семь типов управления	84
4.4. Выводы	96
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	98
Часть II. СИСТЕМНАЯ ПРАКТИКА: ТЕХНОЛОГИЯ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	
Глава 5. ЭТАПЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	100
5.1. Этап первый. Фиксация проблемы	104
<i>Контрольные вопросы</i>	105
5.2. Этап второй. Диагностика проблемы	105
<i>Контрольное задание</i>	106
5.3. Этап третий. Составление списка стейкхолдеров	106
<i>Контрольные вопросы</i>	113
5.4. Этап четвертый. Выявление проблемного месива	113
<i>Контрольные вопросы</i>	124
5.5. Этап пятый. Определение конфигуратора	124
<i>Контрольные вопросы</i>	128
5.6. Этап шестой. Целевыявление	128
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	138
5.7. Этап седьмой. Определение критериев	138
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	141
5.8. Этап восьмой. Экспериментальное исследование систем	141
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	154
5.9. Этап девятый. Построение и усовершенствование моделей	154
<i>Контрольные вопросы</i>	157
5.10. Этап десятый. Генерирование альтернатив	157
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	175
5.11. Этап одиннадцатый. Выбор, или принятие решения	175
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	199
5.12. Этап двенадцатый. Реализация улучшающего вмешательства	199
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	216
Заключение	217
Литература	219

Цель образования состоит в том, чтобы помочь человеку раскрыть его потенциал, — не только для того, чтобы он стал полезным членом общества, в котором живет, но и для его собственного удовлетворения от реализации своих индивидуальных способностей и талантов.

Многообразие специфических потребностей общества и разнообразие индивидуальных способностей личностей согласуются за счет специализации высшего (и отчасти среднего) образования применительно к профессиям, концентрируя внимание и время обучающихся на освоении специальных сведений, необходимых для осуществления конкретной профессиональной деятельности.

Однако разделение человеческой деятельности на профессии с их глубокой специализацией не отменяет того факта, что все мы живем в едином мире, в котором действуют единые закономерности, а мы лишь с разных сторон и с разными намерениями вступаем во взаимодействие с природой, частью которой и сами являемся.

Этот факт приводит к тому, что чем бы мы ни занимались, мы должны поступать в согласии с природными закономерностями, если желаем достичь успеха. Всеобщее единство природы (и нас в ней) нашло свое отражение в понятии *системности* всего сущего.

Осознание системности своей деятельности пришло профессионалам через опыт успехов и неудач при решении проблем. И в рамках обучения даже самой узкой специальности есть раздел, излагающий конкретные предосторожности и правила работы, способствующие успеху. Неудивительно, что было обнаружено (хотя об одном и том же можно говорить по-разному), что технология успешного решения проблем, т.е. набор рекомендуемых и запретных операций, из которых состоит продвижение от постановки проблемы к ее решению, — имеет универсальный характер. Профессиональная специфика состоит в том, из каких областей потребуются знания для решения данной проблемы, а вот что и как надо делать с этими знаниями, — является общим для всех.

Осознание этого в образовании выразилось во введении в учебные планы многих специальностей курсов «Теория систем», «Системный анализ», «Системотехника» и т.п. Правда, это произошло пока не на всех специальностях и иногда остается сильно привязанным

к специфике профессии (например, «Методология историографии», «Методы инженерного творчества», «Общая патология человека»). Создано большое число учебников, учебных пособий и методических материалов по отдельным курсам.

Представляется целесообразным дополнить этот арсенал системных знаний изложением их в междисциплинарном и наддисциплинарном варианте, применимом к решению проблем реальной жизни, независимо от профессиональной специфики проблемы. Такой раздел современной системологии получил название «*Прикладной системный анализ*».

В Томском университете такой курс читается более двух десятилетий, сегодня уже на многих факультетах (и технического, и физико-математического, и естественного, и гуманитарного профилей). Курс оказался востребованным в других вузах Томска и других городов, а также на курсах повышения квалификации работников органов управления и менеджеров различных фирм.

Первая версия данного учебника была опубликована небольшим тиражом издательством Томского университета в 2004 г. Данный вариант книги является дополненным изданием, расширенным за счет включения ряда материалов недавних публикаций по данной проблематике.

Я глубоко благодарен УМО по направлению «Менеджмент», присвоившему учебнику гриф, и издательству «КНОРУС», публикующему его, за поддержку распространения идей прикладного системного анализа в нашем обществе.

В подготовке книги к публикации большую помощь оказала мне моя супруга Лариса Петровна. Большое ей спасибо.

Автор

ВВЕДЕНИЕ. КАК ВОЗНИК СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Пожалуй, каждый согласится, что любая деятельность человека, какой бы профессиональный характер она ни носила, состоит в решении постоянно и последовательно возникающих перед человеком *проблем*. Проблемы встречаются мелкие и масштабные, сравнительно легкие и трудные, очень непохожие, требующие использования научных и практических сведений из самых разных областей знания.

Бросается в глаза, что одни люди чаще удачно решают проблемы, а другие испытывают при этом трудности, терпят неудачи. Естественное стремление к успеху побуждает выяснить, чем же отличаются действия тех и других. Возникает потребность накопления и обобщения опыта решения проблем, как положительного, так и отрицательного, чтобы в дальнейшем не повторять неправильных действий и использовать удачные приемы.

Всегда находятся специалисты, стремящиеся удовлетворить общественную потребность: началось и изучение опыта решения проблем. Однако при этом произошло то, что можно назвать «историческим недоразумением». Для решения любой проблемы необходимо использовать знания, часто глубоко профессиональные, причем набор нужных профессий для каждой проблемы специфичен, уникален. Это создало стойкое впечатление, что хотя проблемы есть у всех, но проблемы врача очень сильно отличаются от проблем инженера, проблемы естествоиспытателя далеко не те же, что проблемы военачальника, и т.д. и т.п. На первый план вышла специфика проблем. Поэтому накопление и обобщение опыта решения проблем началось в рамках каждой профессии отдельно. В каждой специальности возникли такие разделы, в большинстве профессий они оформились как целые дисциплины. Сначала у военных, а затем у экономистов возникло «Исследование операций», у медиков — «Общая патология человека» и «Искусство диагностики», у инженеров — «Системотехника» и «Методы инженерного творчества», у обществоведов — «Политология», «Футурология», «Конфликтология», у администрато-

ров — «Системный подход», «Программно-целевое управление», и этот список можно продолжить.

В 50–60-х гг. прошлого века, на волне бума кибернетики и системологии (теперь уже не определить, кто первый сказал «а»), появилась идея сравнить методы решения проблем в разных профессиях. И обнаружился на первый взгляд странный, а на второй — естественный феномен. Да, для решения конкретной проблемы нужны специальные, иногда очень глубокие профессиональные знания. Но если обратить внимание не на содержательную специфику данной проблемы, а на технологию работы с нею, на последовательность действий и предосторожностей, то оказывается, что вероятность успеха повышается, если следовать одним и тем же советам, независимо от природы проблемы.

Так возникла идея — предложить некий универсальный алгоритм действий по решению проблем, пригодный к применению в любой профессии. Идея эта не покажется дикой, если принять во внимание, что все мы живем в одном и том же мире, подчиняемся общим законам мироздания и лишь с разных сторон вступаем во взаимодействие с ним. Эта всеобщая системность постепенно была осознана всеми, хотя профессионалы все еще вкладывают в свой термин «системный анализ» явно выраженный профессиональный смысл, описывая проблемы своей специальности.

За несколько десятилетий идея формирования общеупотребительной методики решения проблем была доведена до создания специальной технологии, которую стали (в отличие от конкретных «системных анализов») называть **прикладной системный анализ**. Эта область знаний уже стала профессией: в ряде университетов мира готовят системных аналитиков; существуют десятки фирм, принимающих заказы на решение любых проблем от любых клиентов; в Вене давно существует Международный институт прикладного системного анализа, работающий над глобальными и межнациональными проблемами; многие вузы курс прикладного системного анализа включают в учебные планы разных факультетов, как физико-математических, так и естественных, и гуманитарных.

Технологию прикладного системного анализа можно сравнить с чемоданчиком слесаря, содержащим набор инструментов и приспособлений, которыми мастер пользуется при устранении очередной аварии. Кроме самих инструментов, мастер использует знания, которые необходимо применять в определенной последовательности. Аналогично, чтобы использовать технологию прикладного системного анализа, необходимо понять и принять его методологию, усвоить

системный взгляд на окружающую действительность. Поэтому весь курс состоит из двух частей: 1) системное мышление: методология прикладного системного анализа; 2) системная практика: технология прикладного системного анализа.

В первой части изучаются четыре основных понятия, на которых зиждется все здание этой дисциплины. А именно: 1) понятие проблемы (как мы оцениваем воспринимаемую действительность); 2) понятие системы (как устроена действительность); 3) понятие модели (как мы познаем действительность); 4) понятие управления (как мы изменяем действительность). Их достаточно для логичного, обоснованного изложения и осознанного использования технологии системного анализа.

Важная особенность прикладного системного анализа состоит в учете различия между проблемами осознанно формализованными (вплоть до построения математических моделей) и слабо структурированными, рыхлыми проблемами, излагаемыми в терминах разговорного или описательного профессионального языка. Соответственно в системном анализе используются разные («жесткая» и «мягкая») методики. При этом созданы методы постепенного развития, продвижения нашего описания рассматриваемой проблемы от ее «мягкого» облика к наиболее «жесткому» варианту, доступному в заданных условиях.

Прикладной системный анализ отличается от других наук рядом особенностей.

Во-первых, он нацелен не на отыскание общих закономерностей, а на решение конкретной проблемы с ее уникальной спецификой.

Во-вторых, для решения проблемы могут понадобиться знания из любой профессии, поэтому прикладной системный анализ имеет универсальный, наддисциплинарный и междисциплинарный характер.

В-третьих, споры о том, в какой степени прикладной системный анализ может считаться наукой, завершились пониманием того, что для решения проблем реальной жизни необходим некий сплав науки, искусства и ремесла. Пропорции между ними для каждой проблемы специфичны.

В-четвертых, системный анализ выполняется не системным аналитиком, а самими участниками проблемной ситуации. Аналитик знает технологию, т.е. какие вопросы и в каком порядке задавать, а ответы на них знают только сами вовлеченные в ситуацию субъекты. Так что продукт системного анализа производится не профессионалом-специалистом, а коллективом участников ситуации под ненавязчивым руководством аналитика.

Контрольные вопросы и задания

1. Почему накопление и обобщение опыта решения проблем началось (и продолжается) в рамках каждой отдельной профессии?
2. Почему, несмотря на громадное разнообразие проблем, технология (совокупность приемов) их решения практически одинакова в случае успеха и различается в случае неудач?
3. Сформулируйте основные отличия прикладного системного анализа от традиционных наук.
4. Почему прикладной системный анализ можно назвать наддисциплинарной и междисциплинарной областью деятельности как в теоретической, так и в практической его сфере?

ЧАСТЬ I**СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ:
МЕТОДОЛОГИЯ ПРИКЛАДНОГО
СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА**

ГЛАВА 1

ПРОБЛЕМА И СПОСОБЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Прежде чем обсуждать способы решения проблем, необходимо дать определение самого понятия проблемы. Оно опирается на исходное понятие проблемной ситуации.

Проблемная ситуация — это некоторое реальное стечение обстоятельств, положение вещей, которым кто-то недоволен, неудовлетворен и хотел бы изменить. Это определение иллюстрируется рис. 1.1. Теперь конкретизируем понятие проблемы. *Проблема* — это субъективное отрицательное отношение субъекта к реальности.



Рис. 1.1

Обратим внимание на три момента. Первый: наше определение действительно подходит к любой проблеме, независимо от ее происхождения. Тем самым мы начали выполнять обещание построить универсальную методiku обращения с проблемами. Второй: в понятиях проблемы и проблемной ситуации неразрывно связаны два аспекта — объективный (наличие реальной ситуации) и субъективный (негативная оценка реальности субъектом). Отличие этих понятий в том, на чем делается акцент: «проблемная» ситуация выделяет объективный компонент (реальность), «проблема» — субъективный (недовольство). Третий: нет проблем вокруг нас; проблема — особое состояние психики субъекта.

Что значит «решить проблему»? Из определения становится ясным, что для этого следует сделать что угодно, лишь бы *уменьшить или совсем снять недовольство субъекта*. В дальнейшем такого субъекта будем называть «клиентом», а лицо, занимающееся решением его проблемы, — «системным аналитиком».

1.1. Варианты решения проблем

Оказывается, существует целый ряд возможностей решения проблем. Какую или какие из них применить в конкретном случае — будет решать тот, кто проблемой занимается. А пока постараемся обсудить, каковы же все возможные варианты. Они естественно разбиваются на две группы: 1) воздействовать на субъект с целью уменьшить его недовольство, не изменяя реальности; 2) изменить реальность так, чтобы недовольство субъекта ослабло. Рассмотрим каждую из групп.

1.2. Способы влияния на субъект

Есть три возможности изменить к лучшему отношение субъекта к реальности, не изменяя самой реальности.

Во-первых, чем недоволен субъект? Тем, что ему известно о ситуации. Но ведь он знает не все! И среди того, что он не знает, вполне может оказаться информация позитивного характера. Если ее сообщить субъекту, его недовольство уменьшится. Примеров этому много, но особого внимания заслуживает случай, когда этот вариант осуществляется в виде *обучения* субъекта. В этом случае причиной неудовлетворенности является именно нехватка информации, и ее получение в ходе обучения приводит к решению проблемы. Интересно, что при ознакомлении с несколькими американскими фирмами, практикующими системный анализ, обнаружилось, что около 90% проблем их клиентов решалось именно через подготовку, переподготовку и повышение квалификации персонала фирмы клиента. Впрочем, это следует из субъективного аспекта проблемы. Ярким примером является эпизод из Булгакова: «Разруха начинается не в изгаженных подъездах, разруха начинается в головах у жильцов».

Стоит отметить еще одну особенность данной возможности. Дополнительная информация, сообщаемая клиенту, обязательно должна быть положительной, но не обязательно правдивой. Встречаются случаи, когда проблема разрешается с помощью ложной информации. Каждый может вспомнить эпизод из своей жизни, когда он говорил неправду. И если признаться себе, почему был предпочтен обман правде, то выяснится, что с помощью лжи в тех условиях удавалось гораздо легче, проще, быстрее достичь поставленной цели, нежели с помощью правды. Это не оправдание, и тем более не пропаганда лжи, а лишь констатация факта, что лжи бы не было, если бы она не была полезной. Во всех языках есть понятия, аналогичные русскому «ложь во спасение», «святая ложь»...

Еще один вариант манипулирования информацией — сокрытие правды, либо отфильтрованная полуправда. Например, на одной гол-

ландской птицеферме удалось существенно поднять продуктивность производства мяса за счет постановки курам глазных линз с затемненной верхней частью. Дело в том, что у кур существует иерархия: чем больше у птицы гребень, тем выше она в иерархии. А во время кормления «старшие» отгоняют «младших» от кормушки. Линзы не позволяют разглядеть, у кого какой гребешок; споры прекратились, питание перестало «дозироваться», резко возрос прирост всех птиц.

Следующая возможность решения проблемы без изменения реальности состоит в том, чтобы изменить восприятие данной реальности субъектом. Поскольку оценка субъектом своих взаимоотношений с окружающей средой является психическим явлением, то существует возможность воздействия на психику субъекта в нужном направлении. Формы воздействия могут быть разными: психические (гипноз, внушение, пропаганда, реклама и т.д.); физические (воздействие различных полей — акустических, электрических, магнитных); химические (психотропные медикаменты, наркотики, алкоголь). Подчеркнем, что мы не оцениваем, что хорошо, а что плохо; мы лишь констатируем наличие фактических возможностей.

Третья возможность решения проблемы без изменения самой проблемной ситуации основана на том, что проблема возникла в результате взаимодействия субъекта с ситуацией. Поэтому иногда проблему можно решить, прервав это взаимодействие. Здесь тоже есть целый спектр вариантов: от приятных для проблемоносителя (повышение по службе, направление на учебу или в отпуск), с помощью более или менее нейтральных (перевод в другое подразделение, ротация), до болезненных (увольнение и т.п.) и даже до крайне жестокого, осуждаемого, но, к сожалению, существующего («Есть человек — есть проблема, нет человека — нет проблемы» — высказывание, приписываемое Сталину).

1.3. Вмешательство в реальность

Обратимся теперь ко второй группе возможностей решения проблемы — через вмешательство в саму проблемную ситуацию. Естественно, вмешательство должно так изменять ситуацию, чтобы недовольство клиента уменьшилось или вообще исчезло.

Однако при этом приходится сталкиваться с весьма существенным обстоятельством, которое, по сути, и дало толчок для детальной разработки технологии прикладного системного анализа. Дело в том, что в реальной (проблемной для нашего клиента) ситуации участвуют не только наш проблемоноситель, но и многие другие субъекты, которые оценивают эту же ситуацию со своих позиций. Для них она

может и не быть проблемной, либо их проблемы отличаются от проблемы клиента (рис. 1.2).

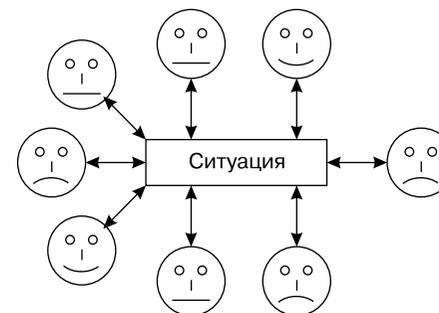


Рис. 1.2

Всякое изменение ситуации в результате нашего вмешательства в нее будет замечено и оценено всеми ее участниками, и вовсе не обязательно оно будет одобрено всеми.

Возникает принципиально важный вопрос: как следует действовать в связи с этим обстоятельством?

Чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к принципиальному, кардинальному отличию между объектом и субъектом. Субъект, будучи одновременно физическим объектом, существует в реальной физической среде и, как всякий объект, подвержен воздействиям этой среды. В отличие от объекта, субъект не только подчинен природным закономерностям, но и наделен способностью *оценивать* свои взаимодействия со средой: что-то ему может нравиться, а может и не нравиться. Вот тут-то и заложена индивидуальность субъекта. Впоследствии (в главе о моделях) мы обсудим причины этого, а пока подчеркнем, что оценки имеют сугубо индивидуальный, субъективный характер; объективных оценок не может быть. В итоге одна и та же реальность оценивается разными субъектами по-разному.

В этой связи полезным может оказаться следующий совет.

Всякий раз, когда в вашем присутствии прозвучит любое оценочное слово (хорошо — плохо, полезно — вредно, правильно — неправильно и т.п.), насторожьтесь и задайте вопрос: «В каком смысле?» Суть совета в том, что оценки не бывают объективными. Оценки всегда субъективны, и если вы хотите понять истинный смысл сказанного, надо выяснить, какие критерии применяет оценивающий; одно и то же разные субъекты могут оценивать по-разному.

Вернемся теперь к нашему вопросу о том, как же надо действовать, решая проблему клиента при наличии других участников ситуации с неизбежно отличающимися интересами. Ответ: надо действовать правильно. Слово «правильно» — оценочное, отсюда вопрос, что под этим понимать.

1.4. Три типа идеологий

Правильным считается поведение, максимально согласующееся с принятой субъектом идеологией. Именно идеология и определяет, что плохо, а что хорошо, что правильно, а что неправильно.

Выясняется, что идеологии могут быть разными. Выбор каждым «своей» идеологии есть комплексный результат личного выбора, воздействия воспитания, культуры, обстоятельств. Идеологи приводят большое количество аргументов в пользу именно своей идеологии, обсуждают ее многие отличия от других учений. Однако можно указать на одну особенность, помогающую различать идеологии между собой. Это определение того, *какое отношение к другим субъектам считать правильным*.

Хотя градаций между идеологиями можно вводить сколько угодно (достаточно сказать, что ныне в России существует несколько десятков партий), по-крупному можно провести явные различия между тремя типами идеологий. И каждая из них ведет к разным подходам к решению реальной проблемы.

Первый тип идеологии назовем условно «принципом приоритета меньшинства». В нашем случае (рис. 1.3) этот принцип приводит к тому, чтобы осуществить вмешательство, удобное клиенту, а интересы других участников не принимаются во внимание. Кому-то из них это может понравиться, кому-то — нет, это нас не интересует. Можно привести жизненные примеры реализации такой идеологии (диктатура, единоначалие, иерархическая организация, эгоизм, себялюбие и т.д.). Можно даже явно признать то, что в некоторых обстоятельствах такая идеология дает наибольший шанс на выживание (армия, война, чрезвычайная ситуация и пр.).

Необходимо, однако, иметь в виду, что с реализацией этой идеологии связан ряд особенностей, которые неизбежно придется учитывать. Во-первых, осуществление такого подхода к решению проблем «меньшинства» обязательно вызовет недовольство некоторой части остальных участников ситуации, что побудит их к ответным действиям. Отсюда у принявших эту идеологию должна быть сила для подавления недовольных и готовность применять эту силу.

Вторая идеология может быть названа «принципом приоритета группы». Согласно ей среди участников ситуации, кроме клиента, есть другие субъекты, не менее важные и ценные, чем клиент (на рис. 1.3 — поле 2).

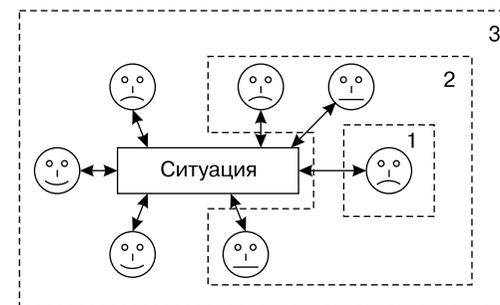


Рис. 1.3

Поэтому теперь вмешательство должно проводиться с учетом интересов всех «наших». Это, с одной стороны, усложняет проектирование вмешательства, но с другой, открывает возможность использования ресурсов не только клиента, но и остальных членов нашей группы. Известно множество примеров реальной практики данной идеологии (расизм, национализм, фашизм, коммунизм, любая групповая деятельность, в том числе партийная, профсоюзная, спортивная и т.п.). Подчеркнем, что здесь мы не ставим задачу давать оценку такой идеологии: для принявших ее она является единственно правильной, для противников — неприемлемой. Однако нелишне отметить некоторые неотъемлемые особенности этой идеологии, которые латентно встроены в нее и в соответствующих условиях могут проявиться негативно. Прежде всего это двойная мораль: деля всех на «своих» и «чужих», она позволяет к ним относиться по-разному. В классовом варианте «не наши» вообще рассматриваются как враги, что ведет к агрессивности, наращиванию силовых структур. Еще одна слабость этой идеологии состоит в том, что возникает противоречие между провозглашаемым равенством, демократией внутри группы и необходимостью организации групповой деятельности, т.е. создания иерархических структур с их принципиальным неравенством. Разные группы разрешают это противоречие по-разному, истории известны удачные и трагичные варианты.

А теперь — хорошая новость: прикладной системный анализ придерживается третьей идеологии (на рис. 1.3 — поле 3). Ее можно назвать «принципом приоритета каждого». В основе ее лежат два постулата:

- нет ни одного одинакового субъекта, все они различны;
- несмотря на различия, все субъекты равноценны и равноправны.

Отсюда следует, что неправильно, аморально решать проблемы одних за счет других. Правильным, моральным признается только улучшающее вмешательство.

Улучшающее вмешательство — это такое изменение проблемной ситуации, которое положительно оценивается хотя бы одним из ее участников и неотрицательно — всеми остальными.

Естественно, наш клиент должен быть среди положительно оценивающих предложенное вмешательство.

В связи со сказанным прикладной системный анализ можно назвать *теорией и практикой проектирования и реализации улучшающих вмешательств*. А поскольку при этом не возникает нового недовольства ни у одного из участников ситуации, еще одно определение прикладного системного анализа можно сформулировать как *методику решения проблем реальной жизни без создания новых проблем*.

1.5. Осуществимо ли улучшающее вмешательство

Опыт чтения данного курса показывает, что при оглашении определения улучшающего вмешательства в аудитории обязательно обнаруживаются скептики (и чем старше аудитория, тем их больше), считающие сказанное пусть красивой, но недостижимой целью. Для скепсиса есть немало оснований. Обсудим главные из них.

«Сделать так, чтобы всем было хорошо, — невозможно». Это подмена тезиса: улучшающее вмешательство — это не когда «всем хорошо», а когда *никому не хуже*, а это далеко не одно и то же.

«Опыт показывает, что решение любой сложной проблемы невозможно без создания новых проблем». В реальности так часто бывает. Но это является лишь следствием того, что не соблюдалась системная технология. Наглядным примером этого может служить кампания борьбы с алкоголизмом, проведенная в советское время. Чем кончилось это дело — всем известно. Можно указать на принципиальные ошибки, содержащиеся в исходном Постановлении ЦК КПСС и СМ СССР. Оно даже приблизительно

не отвечало понятию улучшающего вмешательства: грубо поправлены были права потребителей, в том числе алкоголиков; проведено разрушение тысячелетней культуры виноградарства и виноделия; бюджет страны лишился существенной доли поступлений и т.д. Поэтому негативный опыт решения проблем связан не с невозможностью их успешного решения, а с несоблюдением требований их системного решения.

«Очень часто неудачи в решении проблем связаны с нехваткой ресурсов и с ошибками при принятии решений». Поэтому имеет важный смысл рассматривать улучшающее вмешательство как идеал, к которому следует стремиться, даже если он окажется не полностью достижимым. «Улучшающее вмешательство часто трудно найти, но редко невозможно» (Р. Акофф). Прикладной системный анализ предлагает методику движения к цели, хотя практика этого движения может наталкиваться на нехватку информации, совершение ошибок, недостаточность ресурсов, дефицит времени. Важно двигаться в правильном направлении, насколько возможно.

Пожалуй, самым серьезным основанием для сомнений в реализуемости улучшающих вмешательств является противоречивость интересов участников проблемной ситуации, иногда входящая до конфликтности. Как можно осуществить улучшающее вмешательство, когда кто-то испытывает недовольство только от того, что кому-то стало хорошо? Или когда каждый стремится доказать и утвердить свою правоту, а их позиции различны или даже несовместимы?

Существует несколько возможностей двигаться к улучшающему вмешательству даже в таких условиях. Иногда невмешательство является адекватным поведением (см. ниже). Различные варианты разрешения конфликтов рассматриваются обособленной дисциплиной — конфликтологией. А собственно в системном анализе предлагается отказаться от выяснения «кто прав?» и перейти к поиску, созданию «общего согласия», предпочесть своей правоте общий мир и эффективность («улучшающее вмешательство»).

1.6. Четыре типа вмешательства

Возвращаясь к способам решения проблем, интересно рассмотреть классификацию, предложенную Р. Акоффом. Он заметил, что несмотря на колоссальное разнообразие, непохожесть проблем, способов их решения всего четыре. Их названия в англоязычном варианте обладают красотой, несохраняемой при переводе, поэтому дадим оба варианта.

1. ABSOLUTION. Этим термином в английском языке обозначаются действия священника, отпускающего грехи прихожанам: он выслушивает исповедь и — ничего не делает. В профессиональном языке системного анализа этим термином обозначено *невмешательство* — в расчете на то, что естественный ход событий приведет к разрешению проблемы. Подчеркнем, что невмешательство обладает одним из признаков улучшающего вмешательства: при этом никому не становится хуже. Чтобы стать «улучшающим вмешательством», нужно, чтобы события действительно вели к разрешению проблемы, а чтобы отдать предпочтение именно такому поведению, нужно, чтобы любые предлагаемые вмешательства приводили к худшим результатам, чем невмешательство. Примеры: поведение врача при невозможности исцеления пациента, действия сапера при встрече с неизвестным взрывным устройством, ваше разумное поведение в житейском конфликте ваших друзей-супругов и т.п.

2. RESOLUTION. В системном анализе этот термин обозначает *частичное вмешательство*, действие, снижающее неудовлетворенность, ослабляющее остроту проблемы, но не устраняющее ее полностью. Обычно этот способ применяется при дефиците ресурсов, не позволяющем полностью решить проблему: «всем сестрам по серьгам», распределение по жребью или по очереди, повышение пенсий и стипендий на фоне инфляции — примеры этого способа.

3. SOLUTION. В отличие от разговорного употребления этого слова («решение») в профессиональном языке системного анализа оно является термином, обозначающим наилучшее в заданных условиях вмешательство. В русском языке этому соответствует термин *оптимальное решение*. Остановимся на этом понятии подробнее: оно имеет очень важное значение, которое иногда используется неточно или неправильно.

Понятие оптимальности уже вошло в разговорный язык и общественное сознание, поэтому важно, чтобы оно употреблялось правильно. *Оптимальный* значит «наилучший в данных условиях». При всей внешней простоте этого определения оно требует пояснений.

Во-первых, что значит «наилучший»? Определенность здесь нужна потому, что одни и те же объекты могут по-разному упорядочиваться в зависимости от того, какое их качество рассматривать. Критерий, измеряющий это качество, позволяет найти наилучшую (по этому качеству) альтернативу. Понятно, что вариант, наилучший по одному критерию, не обязательно будет наилучшим по другому критерию.

Возникает совсем не тривиальный вопрос: а как выбрать наилучший вариант, если альтернативы сравниваются не по одному, а по

совокупности нескольких критериев? Сочтем (как потом выяснится — ошибочно) этот вопрос чисто техническим и рассмотрим его в разделе «Выбор» второй части курса. А пока для нас принципиальным является то, что прежде, чем говорить об оптимальности, необходимо указать, задать, определить, по какому критерию (или критериям) будут упорядочиваться сравниваемые варианты, т.е. в каком смысле мы будем употреблять термин «наилучший».

Однако этого еще вовсе не достаточно для оптимальности. Второй, не менее важной, неотъемлемой частью понятия оптимальности является зависимость результата выбора от конкретных ограничений в данной ситуации. При одном и том же критерии качества выбор из одного и того же множества альтернатив при различных ограничениях в общем случае будет различным. Поэтому сравнивать между собой по выбранному критерию качества имеет смысл только те альтернативы, которые удовлетворяют наложенным ограничениям: лучшая в смысле критерия альтернатива, не отвечающая ограничению, не может быть реализована.

Стремление делать все как можно лучше настолько естественно для людей, что неудивительно, как быстро абстрактное понятие оптимальности из науки перешло в деловой и даже в бытовой обиход. Хотя широкая популярность идеи оптимальности, по-видимому, является следствием большой моды на кибернетику в 1950–1980-х гг., мало кто, кроме специалистов, обратил внимание на предупреждение отца кибернетики Н. Винера о необходимости осторожного использования этого понятия.

Дело в том, что вмешательство в проблемную ситуацию основано на той информации об этой ситуации, которой мы располагаем. А степень изученности нашей ситуации может быть разной. Есть проблемы хорошо структурированные, допускающие построение количественных математических моделей, например, многие инженерные и научные проблемы (такие проблемы называются «жесткими», «твердыми» — *hard problems*). Но многие проблемы реальной жизни описываются на языках, далеких от математики, — от житейских проблем, описываемых на разговорном языке, до профессиональных, которыми занимаются, например, многие гуманитарии и естествоиспытатели (такие проблемы называют «рыхлыми», «мягкими» — *soft problems*). Эти различия, естественно, учитываются и в ряде деталей технологии решения проблем, что позволяет говорить о «жесткой» и «мягкой» технологиях прикладного системного анализа.

На примере оптимальности можно еще раз подчеркнуть разницу между «твердой» и «мягкой» методологиями системного анализа. Обе

составляющие оптимальности (критерии и ограничения) чувствительны к этой разнице. Само требование, чтобы критерии качества и ограничения выражались количественно, уже означает, что рассматриваемая ситуация настолько хорошо изучена, что допускает построение ее математического описания. А задача оптимизации есть формальная математическая задача, вполне адекватная проблемам «твердого» типа (и курс методов оптимизации является одним из самых больших и хитроумных математических предметов в университете).

Но уже в рамках формальных математических моделей обнаружилась «хрупкость» оптимальных решений: часто даже при небольших отклонениях от предположений в постановке задачи качество ее решения может меняться очень резко. Так что рассмотрение проблем устойчивости решений составляет важный раздел теории оптимизации.

При переходе к «мягким» проблемам ситуация сильно усложняется. И дело не только в том, что для таких проблем труднее (если вообще возможно) подобрать количественные меры для критериев и ограничений. Главное в том, что «мягкость» проблемы есть следствие ее малой изученности; в частности, отсутствует возможность перечислить все важные ограничения, а это, как мы видели, кардинально влияет на качество выбора. Поэтому оптимальность в этом случае следует считать недостижимым идеалом, к которому все же стоит стремиться. Конструктивно же попытки оптимизации надо рассматривать лишь как элемент метода проб и ошибок, обсуждаемого в конце данной части.

4. DISSOLUTION («растворение»). Этим термином обозначено вмешательство, заканчивающееся полным исчезновением проблемы и появлением новых проблем. Казалось бы, что может быть лучше оптимального? Существенное отличие между третьим и четвертым способами состоит в том, что оптимальный — это наилучший в данных условиях, а «растворение» рассматривает ограничения и условия не как неизбежно фиксированные, а как подлежащие изменениям с целью поиска новых, недопустимых ранее вариантов, среди которых могут оказаться гораздо более эффективные, чем ранее оптимальные.

Важным вариантом «растворения» проблемы является ее предупреждение, принятие мер к тому, чтобы она не появилась. Здесь изменение системы производится не *после* появления проблемы с целью ее разрешения, а *до* того — с целью ее предотвращения.

Наглядной аналогией является произошедшее изменение системы пожарной охраны. В прошлом эта система в основном состояла из бойцов-пожарных, бравых, экзотично одетых, несущихся по ули-

це на своих машинах с мигалками и сиренами, чтобы бороться с огнем, героически спасать жизни людей и их достояние. В нынешней системе большинство служащих — пожарные инспекторы. Они без светозвуковых эффектов регулярно проверяют подведомственные им здания с целью *предотвратить* пожары. Они предписывают улучшающие изменения объектов и процессов, снижающие вероятность возгораний и возможный урон от них. И эта деятельность не менее — если не более! — важна, чем тушение пожаров.

И подобным образом в дальновидных организациях вводят в штат специальных работников, обязанностью которых является превентивная инспекция всех компонентов организации, раннего обнаружения опасных ситуаций и тенденций. Иногда таких сотрудников называют «внутренними аудиторами», «думающими инженерами», «контролерами» и т.п. Пока эта функция реализуется лишь в форме внутреннего аудита. Пробелом в организациях является отсутствие лиц, ответственных за реализацию превентивного улучшающего вмешательства. Эта обязанность возлагается на руководителей, которые и без того загружены управлением текущей деятельностью своего подразделения.

Р. Акофф привел живой пример применения всех четырех методов к решению одной реальной проблемы.

В автобусной компании крупного города возникла проблема: после введения надбавок за качество работы начались конфликты между водителями и кондукторами. Дело в том, что качество работы водителей оценивалось по точности соблюдения графика движения, а кондукторов — по тому, насколько качественно они обслуживают пассажиров. В часы пик кондукторы задерживали сигнал отправки (им надо было проверять у выходящих не только наличие билета, но и правильность оплаты, зависящей от расстояния, а входящим — продать билеты, каждому до его станции назначения), а это отрицательно сказывалось на надбавке водителей.

Сначала руководство компании игнорировало проблему (ABSOLUTION), ожидая, что все утрясется само собой. Но проблема продолжала обостряться, в конфликт были вовлечены профсоюзы. Тогда руководство попыталось вернуться к старой системе оплаты (RESOLUTION), однако оба профсоюза запротестовали, так как это означало бы отмену надбавок. Затем руководство предложило профсоюзам самим договориться о разделе фонда доплат (SOLUTION), но те не желали сотрудничать между собой.

Проблема была «растворена» (DISSOLUTION) приглашенным системным аналитиком, обнаружившим, что в часы пик число авто-

бусов на линии (регулируемое в течение дня) превышает число остановок. На эти часы кондукторов стали снимать с автобусов и закреплять за остановками. Они продавали билеты еще до прихода автобуса, успевали проверить билеты у выходящих и стали вовремя подавать сигнал отправления. По окончании часа пик кондукторы возвращались в автобусы, а лишние автобусы снимались с линии. К тому же компании потребовалось меньшее количество кондукторов.

Этот интересный пример не должен создавать впечатления, будто четыре типа решений расположены в порядке абсолютного предпочтения: в данном случае «растворение» (снятие ограничения) оказалось лучшим из них, но в других проблемах лучшим может оказаться любое другое.

Более того, предпочтение того или иного типа вмешательства существенно зависит от ментальной ориентации менеджера. Р. Акофф предложил различать четыре типа менеджеров, осуществляющих планирование и принятие решений¹.

Реактивный (reactive) менеджмент — недоволен существующим положением и тем, куда все идет; предпочитает то, что было в прошлом; управляющие усилия направлены на возврат к предыдущему состоянию за счет устранения причин происходящих перемен. Предпочитаемый тип решения проблем — *resolution*, используемые методы — прошлый опыт, здравый смысл, качественные оценки, выбор «достаточно хорошего», «приемлемого» решения. Примером удовлетворительного применения такого подхода является клиническая практика врачевания, но и при этом случаются фатальные неудачи. В менеджменте такой подход связан с авторитарным управлением, планированием «сверху — вниз», направленным на решение отдельных проблем, устранение нежелательного без учета его связи с остальными компонентами ситуации (что часто приводит к появлению еще более нежелательного).

Пассивный (inactive) менеджмент — удовлетворен настоящим, не желает ни возврата к прошлому, ни будущих перемен; препятствует изменениям, ценит стабильность; считает, что если ничего не делать, то ничего и не случится, и это хорошо; что действовать надо тогда, когда возникнет угроза, кризис. При этом в отличие от реактивистов, пытающихся устранить причины, инактивисты занимаются подавлением симптомов («антикризисное управление»). Предпочитаемый тип решения проблем — «*absolution*», игнориро-

¹ См.: Акофф Р.Л. Менеджмент в XXI веке. Преобразование корпорации / пер. с англ. Ф.П. Тарасенко. Томск: издательство Томского государственного университета, 2006.

вание или отрицание проблемы, надежда на то, что она исчезнет или решится сама собой.

Проактивный (proactive) менеджмент — убежден, что будущее будет лучше, чем прошлое и настоящее, поэтому старается ускорить перемены, использовать возможности, связанные с ними. Важным становится прогнозирование будущего, способность обучаться и адаптироваться к изменениям среды, планирование, создание изменений. Предпочитаемый тип решения проблем — «*solution*», поиск решения оптимального, т.е. наилучшего в заданных условиях. Технологии преимущественно количественные — методы оптимизации, исследование операций, математическое (чаще — линейное) программирование, анализ рисков, баланс затрат и доходов и т.п.

Интерактивный (interactive) менеджмент — не только не желает возврата к прошлому и восприятия настоящего, но и принятия надвигающегося будущего. Он уверен, что будущее можно создавать самим, направленными на это усилиями. Предпочитаемый тип решения проблемы — *dissolution*, осуществление изменений в системе и (или) ее среде, приводящих к исчезновению, «растворению» проблемы. Технология этого — идеализированное проектирование.

1.7. Еще о прикладном системном анализе

Данная глава преследует две цели: конкретизировать понятие проблемы и способов ее решения и, кроме того, дать общее представление о самом прикладном системном анализе. Первую цель будем считать достигнутой в нужной нам степени. Для достижения второй цели следует обсудить еще две особенности прикладного системного анализа, которые пока не было повода упомянуть.

Рассмотрим типовую последовательность действий во времени в ходе системного анализа (рис. 1.4).

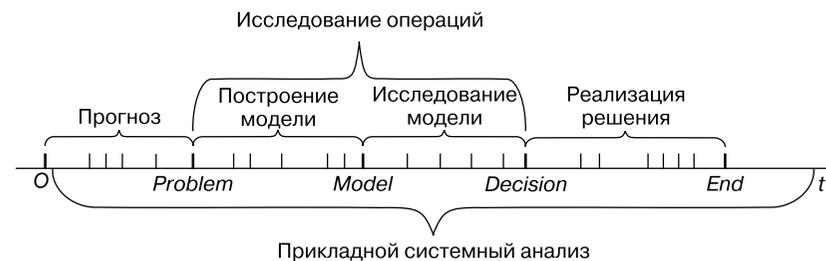


Рис. 1.4

В момент *P (Problem)* клиент обращается к системному аналитику со своей проблемой, которую он не смог решить самостоятельно. После подписания контракта, накладывающего ряд обязательств на обе стороны (каких конкретно, мы обсудим позже), начинается работа в соответствии с технологией (описываемой во второй части книги). После ряда операций наступает момент *M (Model)*, когда мы получаем достаточно адекватную модель (точный смысл этих терминов будет дан позже) проблемной ситуации. Теперь наступает период проигрывания на модели результатов тех или иных вмешательств. В конце этого периода делается (обычно многокритериальный) выбор наиболее приемлемого варианта *D (Decision)*. От принятия решения до его воплощения в жизнь — путь непростой, тоже требующий довольно жесткого соблюдения технологии (в современном языке этот период называется менеджментом). При старании и везении мы можем достичь момента *End*, когда проблема оказывается решенной. Более детальное описание операций по выполнению каждого этапа, с постоянной заботой о максимизации вероятности успеха при наличии ловушек, возможности ошибаться, ограниченности ресурсов, дефиците времени, неполноте и неточности информации — все это будет предметом второй части курса. А пока обратим внимание на еще две особенности прикладного системного анализа.

Первая вытекает из того факта, что был в прошлом момент *O* (рис. 1.4), когда проблемы вообще не было. И если бы тогда клиент обратился к системному аналитику, можно было бы подвергнуть анализу ход будущего и предсказать появление проблемы при сохранении стиля и тактики фирмы. Но была бы также возможность спроектировать вмешательство, результатом которого стало бы предотвращение появления проблемы. Это отражено в слегка юмористическом высказывании: «Самый лучший системный анализ — тот, который не сбывается». Поэтому методика прогнозирования входит в арсенал прикладного системного анализа. Пока эта функция реализуется в организациях лишь в форме внутреннего аудита. Фактом, однако, является то, что чаще всего клиенты обращаются к аналитикам после того, как их собственные попытки решить уже назревшую проблему оказываются неудачными. Вторая, очень важная, принципиальная особенность прикладного системного анализа обозначена на рис. 1.4 охватом сферы анализа за пределом *E (End)* решения проблемы. Этот прием позволяет обсудить вопрос: а что будет после решения проблемы? Конечно, перед бывшим клиентом снова возникнет какая-то проблема. Не в результате решения предыдущей, если мы постарались реализовать улучшающее вмеша-

тельство (в принципе не создающее новых проблем), а в случае неизбежных изменений в окружающей среде и в самой системе. И что же, снова обращаться к консалтинговой фирме? В этом не будет необходимости благодаря специфической черте системного анализа.

Дело в том, что процесс решения проблемы не может быть выполнен лишь самим системным аналитиком. Для построения модели проблемной ситуации необходима информация, которой обладают только сами ее участники. Поэтому обязательным элементом технологии является вовлечение их в процесс работы над проблемой. Системный аналитик знает, какие вопросы, в какой форме, в какой последовательности задавать, чтобы на основе полученной информации построить адекватную модель ситуации, а ответы на эти вопросы могут дать только сами участники ситуации. Более того, и воплощать разработанное вмешательство должны будут именно они, а не аналитик.

В итоге процесс системного анализа будут выполнять сами работники фирмы клиента. А выполнение какой-то работы собственными усилиями является самой эффективной формой обучения этой деятельности. Таким образом, в прикладном системном анализе оказывается естественно встроенным, неотъемлемым элементом обучение самому системному анализу. В итоге потребность в повторном обращении к консалтинговой фирме существенно ослабляется.

Контрольные вопросы и задания

1. Поясните различия между понятиями «проблемная ситуация» и «проблема».
2. Что значит «решить проблему»?
3. Какие три способа воздействия на субъект без изменения реальности могут (при определенных условиях) привести к решению его проблемы? Каковы эти условия?
4. Каково основное отличие субъекта от объекта?
5. Как определить смысл оценки, выраженной неким субъектом?
6. Почему при вмешательстве в реальность с целью решения проблемы приходится опираться на какую-то идеологию?
7. Воспроизведите классификацию идеологий на три типа. Каково основное отличие между ними?
8. Целью прикладного системного анализа является создание улучшающего вмешательства. Перечислите не менее трех причин, по которым в действительности это может не получиться.
9. Назовите четыре типа улучшающих вмешательств.
10. Оптимальность обеспечивается только при совокупном соблюдении двух требований. Каковы эти требования?

11. Каков важный результат прикладного системного анализа конкретной проблемы, кроме решения самой проблемы?
12. В данной главе введены специальные понятия (и соответствующие им термины), входящие в профессиональный язык прикладного системного анализа. Часть этих терминов используется и в разговорном языке, но в другом, более расплывчатом, смысле. Другие несут специальную смысловую нагрузку. Проверьте, можете ли вы воспроизвести профессиональные определения для всех перечисленных ниже понятий (если какое-то нет — обязательно найдите такое определение и постарайтесь его запомнить):
 - проблемная ситуация;
 - оценка (чего-то субъектом);
 - проблема;
 - решение проблемы;
 - вмешательство;
 - улучшающее вмешательство;
 - прикладной системный анализ;
 - оптимальность;
 - «твердые» и «мягкие» проблемы.

ПОНЯТИЕ СИСТЕМЫ

Термин «система» употребляется в очень широком смысле. Мы говорим: Солнечная система, система Станиславского, нервная система, система уравнений, отопительная система, система взглядов и убеждений и т.д. Есть системы, естественно возникшие в природе, есть искусственно созданные человеком, материальные и идеальные. Так в языке нашло отражение нечто общее между любыми проявлениями действительности. Это всеобщее подобие обозначается термином «системность», и нам предстоит конкретизировать его смысл.

Простейшим описанием разнообразия систем является их классификация. Многие особенности системы, которые придется учитывать при работе с ней, связаны с ее происхождением. Этот признак дает следующую классификацию:

- физические системы (например, бассейны рек);
- биологические системы (живые организмы, популяции);
- технические системы (автомобили, электростанции);
- абстрактные системы (философия, математика);
- социальные системы (семья, этнос).

Возможны и другие классификации. Например:

- экологические системы (сочетание физических, биологических, технических и социальных систем);
- организационные системы (группы, государства, партии);
- процессные системы (алгоритмы, технологии, жизненный цикл).

Р. Акофф предлагает классифицировать системы по тому, насколько присущи целеполагание и выбор частям системы и самой системе.

Поскольку конкретное употребление термина связано с конкретной ситуацией и целью его использования, существует множество различных определений системы, от почти бессодержательного («системой является все то, что мы хотим рассматривать как систему») до сугубо специфических определений, даваемых разными — точными, естественными и гуманитарными науками (один философ собрал и опубликовал коллекцию из 45 разных определений!).

Свое определение требуется и для системного анализа. В силу его направленности на решение любых проблем понятие системы в этом случае должно быть очень общим, применимым к любым ситуациям. Выход видится в том, чтобы обозначить, перечислить, описать такие черты, свойства, особенности систем, которые, во-первых, присущи всем системам без исключения, независимо от их искусственного или естественного происхождения, материального или идеального воплощения; а во-вторых, из множества свойств были бы отобраны и включены в список по признаку их необходимости для построения и использования технологии системного анализа. Полученный список свойств можно назвать дескриптивным (описательным) определением системы.

Приступим к обсуждению необходимых нам свойств системы. Они естественно распадаются на три группы (статические, динамические и синтетические), по четыре свойства в каждой.

2.1. Статические свойства системы

Статическими свойствами назовем особенности конкретного состояния системы. Это как бы то, что можно разглядеть на мгновенной фотографии системы, то, чем обладает система в любой, но фиксированный момент времени.

Целостность — первое свойство системы. Всякая система выступает как нечто единое, целое, обособленное, отличающееся от всего остального. Назовем это свойство целостность системы. Оно позволяет весь мир разделить на две части: систему и окружающую среду (рис. 2.1). Понятие целостности в дальнейшем будет расширяться и углубляться, а пока оно обозначает лишь факт внешней различимости системы в среде.



Рис. 2.1

Открытость — второе свойство системы. Выделяемая, отличимая от всего остального, система не изолирована от окружающей среды. Наоборот, они связаны и обмениваются между собой любыми

видами ресурсов (веществом, энергией, информацией и т.д.). Обозначим эту особенность термином «открытость» системы и обсудим это свойство подробнее.

Отметим, что связи системы со средой имеют направленный характер: по одним среда влияет на систему (их называют *входами* системы), по другим система оказывает влияние на среду, что-то делает в среде, что-то выдает в среду (такие связи называют *выходами* системы) (рис. 2.2). Перечень входов и выходов системы называют *моделью черного ящика*. В этой модели отсутствует информация о внутренних особенностях системы. Несмотря на (кажущуюся) простоту и бедность содержания модели черного ящика, эта модель часто вполне достаточна для работы с системой.



Рис. 2.2

Во многих случаях управления техникой (автомобилем, радиоаппаратурой, компьютером, прибором) или людьми (например, в менеджменте) информация только о входах и выходах управляемой системы позволяет успешно достигать цели. Однако для этого модель должна отвечать определенным требованиям. Вы можете испытывать затруднения, если не знаете, что у некоторых моделей телевизоров кнопку включения надо не нажимать, а вытягивать, или что в некоторых отелях выключатель в темном помещении совмещен с задвижкой, и вообще встретившись с прибором, не все входы которого вам известны. Ясно, что для успешного управления системой модель черного ящика должна содержать всю информацию, необходимую для достижения цели. При попытке удовлетворить это требование исполнитель встретится с трудностями, которые следует иметь в виду. Перечислим эти трудности.

Трудности построения модели черного ящика. Все они происходят из того, что модель всегда содержит конечный список связей, тогда как их число у реальной системы не ограничено. Возникает вопрос: какие из них включать в модель, а какие — нет? Ответ мы уже знаем: в модели должны быть отражены все связи, существенные для

достижения цели. Но слово «существенные» — оценочное! Оценку может дать только субъект. Но кроме способности оценивать, субъект обладает еще одним свойством — способностью иногда ошибаться в своих оценках. Ошибка в оценке приведет к тому, что модель не вполне будет отвечать требованию адекватности, а значит, ее использование приведет к затруднениям в работе с системой.

Возможны четыре типа ошибок при построении модели черного ящика.

Ошибка первого рода происходит, когда субъект расценивает связь как существенную и принимает решение о включении ее в модель, тогда как на самом деле по отношению к поставленной цели она несущественна и могла бы быть неучитываемой. Это приводит к появлению в модели «лишних» элементов, по сути ненужных.

Ошибка второго рода, наоборот, совершается субъектом, когда он принимает решение, что данная связь несущественна и не заслуживает быть включенной в модель, тогда как на самом деле без нее наша цель не может быть достигнута в полной мере или даже совсем.

Контрольный вопрос: какая из ошибок хуже? Обычно говорят: конечно, вторая. Ответ не точен. Ведь слово «хуже» — оценочное! Следовательно, нужно определить — «в каком смысле?» Отметим, что использование модели, содержащей ошибку, неизбежно приведет к потерям. Потери могут быть небольшими, приемлемыми или нетерпимыми, недопустимыми.

Если принять как критерий качества решения величину потерь при его реализации, то вопрос о том, какая ошибка хуже, сводится к сравнению величин потерь, связанных с ними.

Урон, наносимый ошибкой первого рода, связан с тем, что информация, внесенная ею, лишняя. При работе с такой моделью придется тратить лишние ресурсы на фиксацию и обработку лишней информации, например, тратить на нее память машины и время обработки. На качестве решения это может не сказаться, а на стоимости и своевременности — обязательно. Кроме того, если информация о «лишнем» элементе в модели зашумлена (например, погрешностями измерений), то присутствие этого шума снизит качество решения.

Потери от ошибки второго рода — это урон от того, что информации для полного достижения цели не хватит, цель не может быть достигнута в полной мере.

Теперь ясно, что хуже та ошибка, потери от которой больше. А это зависит от конкретных обстоятельств. Например, если время является критическим фактором, то ошибка первого рода становится гораздо более опасной, чем второго: вовремя принятое,

пусть не наилучшее, решение предпочтительнее оптимального, но запоздавшего.

Ошибкой третьего рода принято считать последствия незнания. Для того чтобы оценивать существенность некоторой связи, надо знать, что она вообще есть. Если это неизвестно, вопрос о включении или невключении ее в модель вообще не стоит: в моделях есть только то, что мы знаем. Но от того, что мы не подозреваем о существовании некой связи, она не перестает существовать и проявляться в реальной действительности. А дальше все зависит от того, насколько она существенна для достижения нашей цели. Если она несущественна, то мы в практике и не заметим ее наличия в реальности и отсутствия в модели. Если же она существенна, мы будем испытывать те же трудности, что и при ошибке второго рода. Разница состоит в том, что ошибку третьего рода труднее исправить: надо добывать новые знания.

Ошибка четвертого рода может возникнуть при неверном отнесении известной и признанной существенной связи к числу входов или выходов. Например, жесткую корреляцию между урожайностью зерновых и яйценоскостью кур можно толковать как вход — то из них, что известно, а выход — то, что надо оценить. Но ведь можно счесть ношение определенного головного убора входом, поскольку было точно установлено, что в Англии прошлого века здоровье мужчин, носящих цилиндры, было намного лучше, чем здоровье носящих кепки. Как интерпретировать факт, что заключенные чаще посещают церковь, чем люди на свободе? А проблема симптомов и синдромов в медицине?

Таким образом, при построении модели черного ящика следует остерегаться совершить любую из четырех ошибок.

Открытость систем и целостность мира. Очень важным для системного анализа следствием открытости систем является очевидность *всеобщей взаимосвязи и взаимозависимости в природе*. Этот закон диалектики, установленный в интеллектуальных и экспериментальных муках нескольких поколений, оказывается вполне простым результатом открытости систем. Между любыми двумя системами обязательно существует, и ее можно отыскать, длинная или короткая цепочка систем, связывающая их: выход каждой системы является входом другой. При этом прямая и обратная цепи, как правило, различны, откуда возникает понятие несимметричной причинно-следственной связи.

В заключение рассмотрения второго свойства систем предлагается маленькое интеллектуальное развлечение. Ответьте на вопрос:

существуют ли закрытые (т.е. не имеющие связей с окружающей средой) системы? Для облегчения предлагается три варианта ответа: 1) да, существуют; 2) нет, не существуют; 3) не знаю, и никогда не узнаю. Эксперимент, проверяющий существование или не существование закрытой системы, поставить невозможно, поэтому этот вопрос является предметом веры, а не науки; сторонники противоположных утверждений («да» и «нет») не в состоянии доказать свою правоту, насколько бы они ни были уверены в ней.

Внутренняя неоднородность: *различимость частей* (третье свойство системы). Если заглянуть внутрь «черного ящика», то выяснится, что система не однородна, не монолитна: можно обнаружить, что разные качества в разных местах отличаются. Описание внутренней неоднородности системы сводится к обособлению относительно однородных участков, проведению границ между ними. Так появляется понятие о *частях системы*. При более детальном рассмотрении оказывается, что выделенные крупные части тоже не однородны, что требует выделять еще более мелкие части. В результате (рис. 2.3) получается иерархический список частей системы, который мы будем называть *моделью состава системы*.

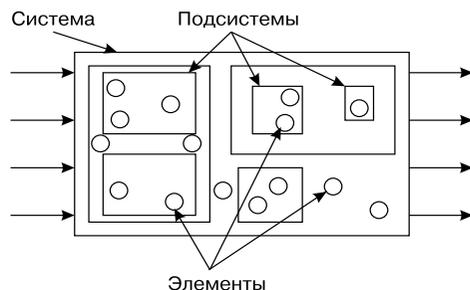


Рис. 2.3

Информация о составе системы может использоваться для работы с системой. Цели взаимодействия с системами могут быть различными, в связи с чем могут различаться и модели состава одной и той же системы. Полезную, пригодную для работы модель создать не просто.

Трудности построения модели состава. На первый взгляд части системы различить нетрудно, они «бросаются в глаза». Некото-

рые системы дифференцируются на части самопроизвольно в процессе естественного роста и развития (организмы, социумы, планетные системы, молекулы, месторождения полезных ископаемых и т.д.). Искусственные системы заведомо собираются из ранее отдельных частей (механизмы, здания, тексты, мелодии и пр.). Есть и смешанные типы систем (заповедники, сельскохозяйственные системы, природоисследующие организации, тягловый транспорт).

С другой стороны, спросите, из каких частей состоит университет, у ректора, студента, бухгалтера, хозяйственника — и каждый выдаст свою, отличную от других модель состава. Так же по-разному определяют состав самолета летчик, стюардесса, пассажир. Можно сказать, что тело состоит из правой и левой половинок, а можно — из верхней и нижней. Так из чего же оно состоит «на самом деле»?

Трудности построения модели состава, которые каждому приходится преодолевать, можно представить тремя положениями.

Первое. Целое можно делить на части по-разному (как разрезать булку хлеба на ломти разного размера и формы). А как именно надо? Ответ: так, как вам надо для достижения вашей цели. Например, состав автомобиля по-разному представляют начинающим автолюбителям, будущим профессионалам-водителям, слесарям, готовящимся к работе в авторемонтных мастерских, продавцам в автомагазинах.

Тогда естественно вернуться к вопросу: а существуют ли части «на самом деле»? Обратите внимание на аккуратную формулировку рассматриваемого свойства: *различимость частей*, а не *разделимость* на части. Мы с еще одной стороны вышли на проблему *целостности* систем: можно различать нужные вам для вашей цели части системы и использовать доступную вам информацию о них, но не следует разделять их. Позднее мы углубим, разовьем это положение.

Второе. Количество частей в модели состава зависит и от того, на каком уровне остановить дробление системы. Части на конечных ветвях получающегося иерархического дерева называются *элементами*. В различных обстоятельствах прекращение декомпозиции производится на разных уровнях. Например, при описании предстоящих работ приходится давать опытному работнику и новичку инструкции разной степени подробности. Таким образом, модель состава зависит от того, что считать *элементарным*, а поскольку это слово оценочное, то это не абсолютное, а относительное понятие. Однако встречаются случаи, когда элемент носит природный, абсолютный характер (клетка — простейший элемент живого организма; индивид — последний элемент общества) либо определяется нашими возможностями (например, можно предполагать, что электрон тоже из чего-

то состоит, но пока физики не смогли обнаружить его части с дробным зарядом).

Третье. Любая система является частью какой-то большей системы (а нередко частью сразу нескольких систем). А эту метасистему тоже можно делить на подсистемы по-разному. Это означает, что *внешняя граница системы имеет относительный, условный характер.* Даже «очевидная» граница системы (кожа человека, ограда предприятия и т.п.) при определенных условиях оказывается недостаточной для определения границы в этих условиях. Например, во время трапезы я беру вилкой с тарелки котлету, откусываю ее, пережевываю, глотаю, перевариваю. Где та граница, пересекая которую котлета становится моей частью? Другой пример с границей предприятия. Работник упал на лестнице и сломал ногу. После лечения при оплате бюллетеня возникает вопрос: какая это была травма — бытовая или производственная (они оплачиваются по-разному)? Нет сомнения, если это была лестница предприятия. Но если это была лестница дома, где живет работник, то все зависит от того, как он шел домой. Если прямо с работы и еще не дошел до двери квартиры, травма считается производственной. Но если он по дороге зашел в магазин или кинотеатр — травма бытовая. Как видим, закон определяет пределы предприятия *условно.*

Условность границ системы опять возвращает нас к проблеме целостности, теперь уже целостности всего мира. Определение границы системы производится с учетом целей субъекта, который будет использовать модели системы.

Структурированность. Четвертое статическое свойство заключается в том, что части системы не независимы, не изолированы друг от друга; они связаны между собой, взаимодействуют друг с другом. При этом свойства системы в целом существенно зависят от того, как именно взаимодействуют ее части. Поэтому так часто важна информация о связях частей. Перечень *существенных связей между элементами системы* называется *моделью структуры системы.* Наделенность любой системы определенной структурой и будем называть четвертым статическим свойством систем — *структурированностью.*

Понятие структурированности дальше углубляет наше представление о целостности системы: связи как бы скрепляют части, удерживают их как целое. Целостность, отмеченная ранее как внешнее свойство, получает подкрепляющее объяснение изнутри системы — через структуру (рис. 2.4).

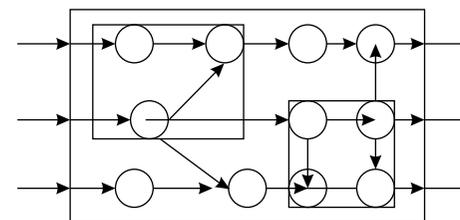


Рис. 2.4

Если нам потребуется использовать модель структуры системы, то снова необходимо позаботиться о качестве модели. А это опять-таки оказывается непростым делом.

Трудности построения модели структуры. Подчеркнем, что для данной системы может быть предложено множество разных моделей структуры. Ясно, что для достижения определенной цели потребуется одна, конкретная, наиболее подходящая модель из них. Трудность выбора из имеющихся или построения модели специально для нашего случая проистекает из того, что, по определению, модель структуры — это перечень *существенных* связей. Слово «существенные» — оценочное, поэтому его смысл зависит от объективных обстоятельств и от субъективных оценок этих обстоятельств. Обсудим основные трудности, подстерегающие нас при определении модели структуры.

Первая трудность связана с тем, что модель структуры определяется после того, как выбирается модель состава, и зависит от того, каков именно состав системы. Но даже при зафиксированном составе модель структуры вариабельна — из-за возможности по-разному определить существенность связей. Например, современному менеджеру рекомендуется учитывать, что наряду с формальной структурой его организации (которая определена уставными документами) неизбежно существует неформальная структура (в силу личностных связей между работниками), которая тоже влияет на функционирование организации. Для повышения эффективности управления следует знать и использовать как формальную, так и неформальную структуру. Другой пример: при конструировании и эксплуатации компьютерных систем приходится учитывать одновременно их аппаратную (hardware) и программную (software) составляющие со своими, взаимодействующими между собой, а иногда взаимозаменяемыми структурами.

Вторая трудность проистекает из того, что каждый элемент системы есть «маленький черный ящик». Так что все четыре типа оши-

бок возможны при определении входов и выходов каждого элемента, включаемых в модель структуры.

2.2. Динамические свойства системы

Перейдем к рассмотрению второй группы свойств систем, называемых *динамическими свойствами*.

Если рассмотреть состояние системы в другой, отличный от первого, момент времени, то мы вновь обнаружим все четыре статических свойства. Но если наложить эти две «фотографии» друг на друга, то обнаружится, что они отличаются в деталях: за время между двумя моментами наблюдения произошли какие-то изменения в системе и ее окружении. Такие изменения могут быть важными при работе с системой и, следовательно, должны быть отображены в описаниях системы и учтены в работе с ней. Особенности изменений со временем внутри системы и вне ее и именуются динамическими свойствами систем. Если статические свойства — это то, что можно увидеть на фотографии системы, то динамические — то, что обнаружится при просмотре кинофильма про систему. О любых изменениях мы имеем возможность говорить в терминах перемен в статических моделях системы. В этой связи различаются четыре динамических свойства.

Функциональность — пятое свойство системы. Процессы $Y(t)$, происходящие на выходах системы ($Y(t) = \{y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t)\}$, рис. 2.5), рассматриваются как ее *функции*.

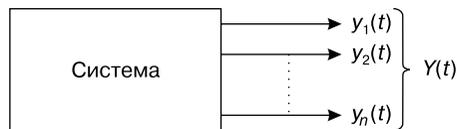


Рис. 2.5

Функции системы — это ее поведение во внешней среде; изменения, производимые системой в окружающей среде; результаты ее деятельности; продукция, производимая системой.

Из множественности выходов следует множественность функций, каждая из которых может быть кем-то и для чего-то использована. Поэтому одна и та же система может служить для разных целей.

Субъект, использующий систему в своих целях, будет, естественно, *оценивать* ее функции и *упорядочивать* их по отношению к своим потребностям. Так появляется понятие главной, второстепенной, нейтральной, нежелательной, лишней и т.п. функции. Снова обратим

внимание, что все эти термины оценочные, субъективные, относительные. Так, главной функцией лампы считается давать свет; но при выборе светильника из десятков прочих продаваемых в магазине на первый план выходят его декоративные качества, согласованность с интерьером помещения, его стоимость и пр.

Итак, выделим два момента данного свойства систем: объективную многофункциональность и субъективную упорядоченность функций.

Стимулируемость — шестое свойство системы. На входах системы тоже происходят определенные процессы $X(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t)\}$ (рис. 2.6), воздействующие на систему, превращаясь (после ряда преобразований в системе) в $Y(t)$. Назовем воздействия $X(t)$ *стимулами*, а саму подверженность любой системы воздействиям извне и изменение ее поведения под этими воздействиями — *стимулируемостью*.

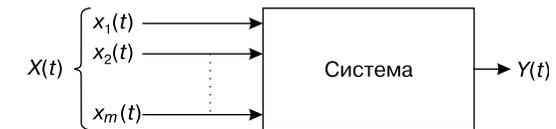


Рис. 2.6

Изменчивость системы со временем — седьмое свойство системы. В любой системе происходят изменения, которые надо учитывать: предусматривать и закладывать в проект будущей системы; способствовать или противодействовать им, ускоряя или замедляя их при работе с существующей системой. Изменяться в системе может что угодно, но в терминах наших моделей можно дать наглядную классификацию изменений: изменяться могут значения внутренних переменных (параметров) $Z(t)$ (рис. 2.7), состав и структура системы и любые их комбинации.

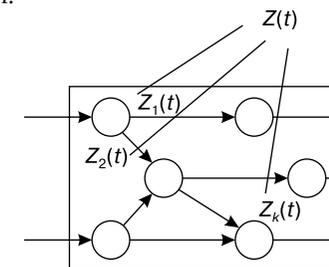


Рис. 2.7

Характер этих изменений тоже может быть различным. Поэтому могут рассматриваться дальнейшие классификации изменений.

Самая очевидная классификация — по скорости изменений: быстрые, медленные (по сравнению с чем-то, взятым за стандарт); возможно введение большего числа градаций скоростей (сверхбыстрые, очень быстрые и т.д.).

Представляет интерес классификация тенденций перемен в системе, касающихся ее состава и структуры. Начнем эту классификацию с введения специальных понятий, рассматривая изменения на коротком интервале времени, чтобы изменения можно было считать идущими «в одну сторону», т.е. монотонными.

Можно говорить о таких изменениях, которые не затрагивают структуры системы: одни элементы заменяются другими, эквивалентными; параметры (внутренние переменные $Z(t)$) могут меняться без изменения структуры («работают» часы, городской транспорт, школа, баня и т.д.). Такой тип динамики системы называют ее *функционализацией*.

Далее, изменения могут носить преимущественно *количественный* характер: происходит наращивание состава системы, и хотя при этом автоматически меняется и ее структура, это до поры до времени не сказывается на свойствах системы (расширение мусорной свалки или кладбища — примеры). Такие изменения называют *ростом* системы.

Затем выделяют *качественные* изменения системы, при которых происходит изменение ее существенных свойств. Если такие изменения идут в позитивном направлении, они называются *развитием*. С теми же ресурсами развитая система добивается более высоких результатов, могут появиться новые позитивные качества (функции). Это связано с повышением уровня системности, организованности системы.

Применительно к организационным системам Р. Акофф определяет развитие как «увеличение желаний и способности удовлетворять свои собственные и чужие нужды и оправданные желания». (Желания называются «оправданными», если их удовлетворение ради одних не скажется отрицательно на развитии других. Нужды — это то, что необходимо для выживания. Возможны разные комбинации: например, можно не хотеть нужного, можно желать ненужного.)

Сколько субъект (индивид или организация) имеет, это вопрос накопленного богатства. Показателем богатства является *уровень жизни*. А вот вопрос о том, что мы можем сделать с тем, что имеем, — это вопрос компетентности, т.е. чему мы научились. А это выражает-

ся достигнутым *качеством жизни*. Чем более развит субъект, тем меньше средств ему требуется для достижения удовлетворительного качества жизни, либо тем большего качества жизни он может достичь с тем, что имеет.

Интересно заметить, что сосредоточение на росте является патологией для индивида, но обычно является нормальным для организаций.

Итак, рост происходит в основном за счет потребления материальных ресурсов, развитие — за счет усвоения и использования информации. Рост есть увеличение в размерах и численности. Развитие — это увеличение компетентности. Объемность — результат роста; компетентность — результат развития. Цель роста организации — повышение уровня жизни. Цель развития организации — повышение качества жизни. Рост может сдерживать развитие, но развитие не может сдерживать рост. Рост и развитие могут идти одновременно (как у ребенка), но не обязательно связаны между собой. Рост всегда ограничен (в силу внешних физических условий, в частности ограниченности материальных ресурсов), а развитие извне не ограничено, поскольку информация о внешней среде неисчерпаема: сколько бы мы ни знали, всегда есть нечто еще непознанное. Недостаток материальных ресурсов может ограничить рост, но не развитие. Однако существует внутреннее ограничение на развитие. Дело в том, что развитие есть результат усвоения и использования новой информации, т.е. результат *обучения*. Но обучение есть, пожалуй, единственное действие, которое нельзя осуществить для и вместо обучаемого. Если система не желает обучаться, она не будет, не может развиваться. Извне невозможно развить систему, можно только помочь в развитии, но при условии склонности системы к обучению. *Развитие возможно только как саморазвитие*. Например, пробуксовка российских реформ в их начальном периоде 1990-х гг. связана с нежеланием руководителей обучаться. Черномырдин в бытность премьер-министром отказался даже выслушать соображения обратившихся к нему десяти всемирно известных лауреатов Нобелевской премии по экономике, озабоченных неэффективностью социально-экономических преобразований в нашей стране.

Ясно, что, кроме процессов роста и развития, в системе могут происходить и обратные процессы. Обратные росту изменения называют *спадом*, сокращением, уменьшением. Обратное развитию изменение именуют *деградацией*, утратой или ослаблением полезных свойств.

Мы рассмотрели возможные монотонные изменения самой системы (рис. 2.8).

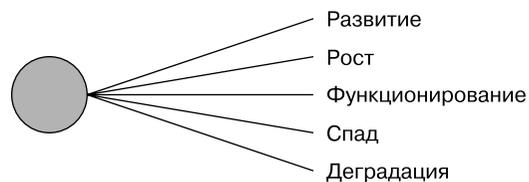


Рис. 2.8

Очевидно, монотонные изменения не могут длиться вечно. В истории любой системы можно усмотреть периоды спада и подъема, стабильности и неустойчивости, последовательность которых и образует индивидуальный *жизненный цикл* системы.

Понятие жизненного цикла заслуживает специального обсуждения, поскольку как при проектировании будущих систем, так и при изучении существующих и при управлении ими информация об индивидуальной истории системы играет весьма существенную, часто решающую роль в достижении поставленной цели.

При построении описания жизненного цикла особое внимание необходимо обратить на *непрерывность* его траектории. Поразному приходится определять жизненный цикл в прошлом и будущем. Прошедшую историю восстанавливают по дошедшей до нас информации о ней. К сожалению, нередко эта информация неполна, неточна, а об отдельных периодах вовсе утрачена. Поэтому описание прошедших событий часто поневоле имеет невозможные пробелы (примером может служить жизнеописание Иисуса Христа, содержащееся в Евангелиях). Но при определении будущего жизненного цикла проектируемой системы непрерывность должна быть предметом особой заботы: история этой системы закончится на первом же пробеле в описании ее жизненного цикла. Примеров тому много. Непродуманность этапа утилизации отслуживших ламп дневного света привела к тому, что из разбитых на свалках ламп ртуть попадает в почву и воды, отравляя все живое. Непродуманность этапа соединения кабелей космической ракеты закончилась тем, что у корабля, отправленного на Марс, не раскрылись антенны из-за неправильно подсоединенного сигнального кабеля, и все многомиллиардные затраты на проект пошли прахом. А сколько было случаев гибели урожая на полях из-за пропуска какого-нибудь этапа (например, своевременного вывоза буртов) его жизненного цикла. В описании любой технологии не должно быть пробелов.

Заметим далее, что, характеризуя процессы, происходящие в системе, можно использовать и другие их классификации. Например, классификация *по предсказуемости*: детерминированные и случайные процессы. Или классификация *по типу зависимости от времени*: процессы монотонные, периодические, гармонические, импульсные и т.д.

Существование в изменяющейся среде — восьмое свойство системы. Изменяется не только данная система, но и все остальные. Для данной системы это выглядит как непрерывное изменение окружающей среды. Неизбежность существования в постоянно изменяющемся окружении имеет множество последствий для самой системы, начиная с необходимости ее приспособления к внешним переменам, чтобы не погибнуть, до различных других реакций системы. При рассмотрении конкретной системы с конкретной целью внимание сосредотачивается на некоторых конкретных особенностях ее реакции. В качестве примера рассмотрим вопрос о том, как должна соотноситься скорость изменений внутри системы со скоростью изменений в окружающей среде — быть медленнее, совпадать или идти быстрее? Это определяется в зависимости от природы системы или ее предназначения. Например, системы, предназначенные для переноса информации во времени (книги, памятники, произведения искусства, видео- и аудиозаписи, триангуляционные метки и т.п.), тем лучше выполняют свою функцию, чем медленнее они меняются при изменениях в окружающей среде. Другой пример этого — сохранение своего состояния автоматами и живыми организмами (гомеостат, стабилизация, стационарность). Иная реакция живых организмов идет практически одновременно с изменениями среды, например, адаптация зрачка при изменениях освещения. Существуют системы, функции которых могут выполняться только если изменения в системе опережают изменения в среде. Типичный пример — управление: перебор и сравнение различных вариантов управляющего воздействия должны происходить в ускоренном темпе, чтобы выбранное воздействие шло в реальном масштабе времени.

Отметим еще одну важную особенность существования системы в изменяющейся среде. Сами изменения постоянно меняются; это выражается в ускорении перемен в среде. Например, скорости передвижения в пространстве, передачи и обработки информации, производства и потребления продукции за время нашего поколения выросли больше, чем за всю предысторию. Это требует быстрых и значительных перемен в том, что и как мы делаем. Плохо приспособившиеся к изменениям люди, организации, фирмы, правитель-

ства быстро сходят со сцены, выбывают из игры. Единственный шанс сохраниться в турбулентной среде — обеспечить динамическое равновесие, наподобие тому, как это делает корабль или самолет, попавший в шторм. И чем сильнее внешние изменения, тем активнее должны проводиться внутренние (сравните активность водителя на хорошей и плохой дорогах, в хорошую и плохую погоду). И хотя важными средствами остаются прогнозирование и обучение, более эффективными считаются выработка иммунитета к неподконтрольным с нашей стороны изменениям и усиление контроля над остальными.

2.3. Синтетические свойства системы

Перейдем теперь к третьей группе свойств систем — *синтетическим*. Этот термин обозначает обобщающие, собирательные, интегральные свойства, учитывающие сказанное раньше, но делающие упор на взаимодействия системы со средой, на целостность в самом общем понимании.

Эмерджентность — девятое свойство системы. Пожалуй, это свойство более всех остальных говорит о природе систем. Начнем его изложение с примеров.

Пример механический. С двумя взаимодействующими булыжниками можно произвести эффекты, невозможные при их отдельном использовании: издавать стуки, высекать искры, колоть орехи и т.д.

Пример химический. При соединении водорода с кислородом, обладающих каждый рядом особенных свойств, по формуле H_2O возникает новое замечательное вещество — вода. Свойства воды, многие из которых изучены не до конца (роль воды в живой и неживой природе, талая вода, вода омагниченная с их отличиями от обычной воды, память воды и т.п.), не являются производными от свойств водорода и кислорода.

Пример биологический. Мужская и женская особи двуполой популяции обладают каждая своими индивидуальными особенностями. Но только при их соединении возникает возможность продолжения рода, образования социума и т.д.

Пример логико-математический. Пусть у нас есть два черных ящика с одним входом и одним выходом. Каждый из них может работать только с целыми числами и выполнять только одну простенькую операцию: к числу на входе прибавлять единицу (рис. 2.9). Соединим их теперь в систему по кольцевой схеме (рис. 2.10). У нас получилась система S_1 без входов и с двумя выходами. На каждом такте работы схема будет выдавать большее число, причем замеча-

тельно, что на одном выходе будут появляться только четные, а на другом — только нечетные числа. Правда, красивый пример?

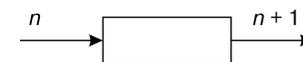


Рис. 2.9

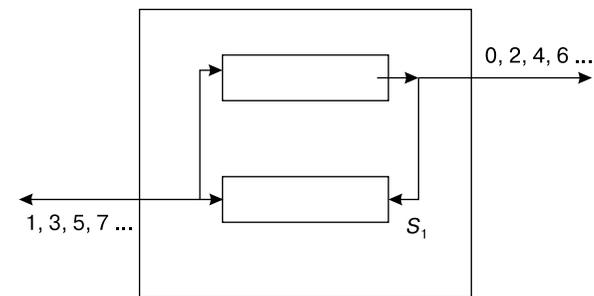


Рис. 2.10

Теперь сделаем выводы. Объединение частей в систему порождает у системы качественно новые свойства, не сводящиеся к свойствам частей, не выводящиеся из свойств частей, присущие только самой системе и существующие только пока система составляет одно целое. Система есть нечто большее, нежели простая совокупность частей. Качества системы, присущие только ей, называются *эмерджентными* (от англ. «возникать»).

Откуда же берутся эмерджентные свойства, если их нет ни у одной из частей? Что в системе несет ответственность за их появление? Ответ найдем в логико-математическом примере. Соединим те же два черных ящика по-иному, в параллель (рис. 2.11).



Рис. 2.11

Полученная система S_2 имеет один вход и один выход. Если на вход подать число n , на выходе будет $n+1$. Выходит, S_2 арифметически тождественна каждому элементу и ее арифметическое свойство не является эмерджентным (в отличие от S_1)! Но мы уже знаем, что у системы обязательно есть эмерджентные свойства. Выясняется, что таковым у S_2 оказывается способность выполнять операцию $n+1$, даже если один из элементов выйдет из строя, т.е. повышенная надежность. В теории надежности этот способ известен как *резервирование* — повышение надежности за счет введения в схему *избыточности*.

Легко видеть, что S_1 и S_2 , состоящие из одинакового числа одинаковых элементов, отличаются только схемой их соединения, т.е. *структурой*. Структура системы и определяет ее эмерджентные свойства.

Подведем итоги.

1. У системы есть эмерджентные свойства, которые не могут быть объяснены, выражены через свойства отдельно взятых ее частей. Поэтому, в частности, не все биологические закономерности сводимы к физическим и химическим; социальные — к биологическим и экономическим; свойства компьютера не объяснимы только через электрические и механические законы.

2. Источником, носителем эмерджентных свойств является структура системы: при разных структурах у систем, образуемых из одних и тех же элементов, возникают разные свойства.

3. У системы есть и неэмерджентные свойства, одинаковые со свойствами ее частей. Например, для технических систем это объем, масса; арифметика для S_2 и т.д. И у системы в целом могут быть неэмерджентные свойства (например, окраска автомобиля). Важным и интересным случаем, когда части системы обладают свойствами системы в целом, является так называемое *фрактальное* построение системы. При этом принципы структурирования частей те же, что и у системы в целом. Фракталы наблюдаются в природе (иерархическое управление в живых организмах, тождество организации на различных уровнях в естественно растущих системах — биологических, геологических, демографических и т.п.), математики разрабатывают абстрактную теорию фракталов.

4. Эмерджентность демонстрирует еще одну грань целостности. Система выступает как единое целое потому, что она является носителем эмерджентного свойства: не будет она целой, и свойство исчезнет, проявляется это свойство, значит, система цела. Пример: ни одна из частей самолета летать не может, а самолет летает.

5. Эмерджентность является другой, более развитой формой выражения закона диалектики о переходе количества в качество.

Оказывается, для перехода в новое качество не обязательно «накопление» количества («последняя капля переполнила чашу», «последняя соломинка переломила хребет верблюду»). Для появления нового качества достаточно объединить в целое хотя бы два элемента.

6. Заметим, что динамический аспект эмерджентности обозначен отдельным термином — *синергичность*, и исследованиям синергетики посвящена обширная литература.

7. Интересно отметить, что в то время как в искусственных системах эмерджентное свойство возникает в результате намеренного соединения отобранных частей, в естественных системах эмерджентность определяет, какие части должны быть соединены, и как они должны взаимодействовать. Так, живой организм определяет смысл скелета, сердца, печени и легких; создание семьи придает смысл ролям мужа, жены, их детей. (Эмерджентность первого — выживание в природной среде; второго — в социальной.)

8. Действие системы больше зависит от того, как ее части взаимодействуют, чем от того, как они действуют сами по себе. Поэтому улучшение действия отдельных подразделений организации вовсе не обязательно приведет к улучшению действия всей организации, и часто даже наоборот (в математике это проявляется в различии между локальной и глобальной оптимизациями; в бизнесе — в виде целесообразности производства убыточных товаров ради увеличения покупательности прибыльных).

И главная рекомендация менеджерам любого уровня состоит в том, чтобы они занимались не столько улучшением работы отдельных частей своего подразделения, сколько улучшением взаимодействий между ними и связей своего подразделения с окружающей средой.

Примером может служить работа дирижера оркестра. Он не указывает музыкантам, как играть на инструментах: они умеют это делать лучше него. Его дело управлять не их действиями, а их взаимодействием. Тут важную роль начинают играть такие факторы, как слежение оркестрантов за действиями остальных, наличие общей партитуры, желание каждого влиться в гармонию, слаженность команды. Работа же лидера еще сложнее, чем работа дирижера.

Неразделимость на части — десятое свойство системы. Хотя это свойство является простым следствием эмерджентности, его практическая важность столь велика, а его недооценка встречается так часто, что целесообразно подчеркнуть его отдельно. Если нам нужна сама система, а не что-то иное, то ее нельзя разделять на части.

При изъятии из системы некоторой части происходит два важных события.

Во-первых, при этом изменяется состав системы, а значит, и ее структура. Это будет уже *другая* система, с отличающимися свойствами. Поскольку свойств у прежней системы много, то какое-то свойство, связанное именно с этой частью, вообще исчезнет (оно может оказаться и эмерджентным, и не таковым, например: сравните потерю фаланги пальца для пианиста и геолога, гитариста и плотника). Какое-то свойство изменится, но частично сохранится. А какие-то свойства системы вообще несущественно связаны с изымаемой частью.

Подчеркнем еще раз, что существенно или нет скажется изъятие части из системы — вопрос оценки последствий. Поэтому, например, от пациента испрашивается согласие на операцию, и не каждый соглашается на нее.

Второе важное следствие изъятия части из системы состоит в том, что часть в системе и вне ее — это не одно и то же. Изменяются ее свойства в силу того, что свойства объекта проявляются во взаимодействиях с окружающими его объектами, а при изъятии из системы окружение элемента становится совсем другим. Оторванная рука уже ничего не схватит, вырванный глаз — ничего не увидит. Суворов или Жуков, изъятые из армии, — уже не полководцы.

Было бы, однако, неправильным абсолютизировать неделимость систем. Например, это означало бы запрет на хирургические операции, на организационные преобразования предприятий. Надо только четко отдавать себе отчет в том, что после разделения мы имеем дело с другими системами. Особо это важно при аналитическом изучении системы, когда ее части рассматриваются по очереди. Требуется специальная забота о сохранении связей рассматриваемой части с остальными частями системы.

Ингерентность — одиннадцатое свойство системы. Будем говорить, что система тем более ингерентна (от англ. *inherent* — являющийся неотъемлемой частью чего-то), чем лучше она согласована, приспособлена к окружающей среде, совместима с нею. Степень ингерентности бывает разной и может изменяться (обучение, забывание, эволюция, реформы, развитие, деградация и т.п.).

Факт открытости всех систем еще не означает, что все они в одинаковой степени хорошо согласованы с окружающей средой. Рассмотрим функцию «плавать в воде» и сравним по качеству выполнения этой функции такие системы, как рыба, дельфин и аквалангист. Они упорядочиваются очевидным образом: рыбе вообще не требуется

выход из водной среды; дельфин должен дышать воздухом; возможности аквалангиста ограничены емкостью баллона воздуха, не говоря уж о физических и физиологических ограничениях.

Целесообразность подчеркивания ингерентности как одного из фундаментальных свойств систем вызвана тем фактом, что от нее зависят степень и качество осуществления системой избранной функции. В естественных системах ингерентность повышается путем естественного отбора. В искусственных системах она должна быть особой заботой конструктора. Наглядные примеры: подготовка к трансплантации органа донора и организма пациента, обмен культурными ценностями, внедрение технических новинок.

В ряде случаев ингерентность обеспечивается с помощью промежуточных, посреднических систем. Приведем несколько примеров. Иероглифическую письменность древних египтян удалось расшифровать лишь с помощью розеттского камня, на одной стороне которого была надпись иероглифами (неингерентная современной культуре), а на другой та же надпись на древнегреческом языке, известном современным специалистам. Другой пример — адаптеры, переходники для подключения европейских электроприборов к американским розеткам. Еще один пример — работа переводчика между двумя разноязычными личностями. Медицинский пример: в Томске профессор Г.Ц. Домбаев разработал метод лечения диабета путем пересадки пациенту клеток железа телянка. Но организм человека быстро обнаруживает чужеродность (неингерентность) имплантата и отторгает его. Однако по каким-то причинам организм не отторгает некоторые металлы (инвалиды войн иногда пожизненно живут с осколками в теле). Выход был найден в том, чтобы вживить в тело пациента пористую металлическую капсулу с клетками чужой целебной железы.

Проблема ингерентности важна во всех случаях системной деятельности. Яркими примерами служат менеджмент и лидерство (совместимость руководителя с руководимыми), маркетинг и инновационная деятельность (ингерентность предлагаемого продукта к целевым потребителям), педагогическое мастерство (согласование преподавателя с аудиторией), служба стандартизации (забота о совместимости продуктов, производимых на разных предприятиях), подготовка шпионов-нелегалов (обеспечение их неотличимости от граждан разведываемой страны) и т.д.

В заключение подчеркнем, что ингерентность — не абсолютное свойство системы, а привязано к некоторой конкретной функции. В частности, если взять наш пример с рыбой, дельфином и аквалангистом в воде и рассмотреть ту же ситуацию по отношению к функ-

ции «осуществить электросварку под водой», то эти три системы упорядочатся по ингерентности совсем в другом порядке.

Целесообразность — двенадцатое свойство системы. В создаваемых человеком системах подчиненность всего (и состава, и структуры) поставленной цели настолько очевидна, что должна быть признана фундаментальным свойством любой искусственной системы. Назовем это свойство *целесообразностью*. Цель, ради которой создается система, определяет, какое эмерджентное свойство будет обеспечивать реализацию цели, а это, в свою очередь, диктует выбор состава и структуры системы. Одно из определений системы так и гласит: *система есть средство достижения цели*. Подразумевается, что если выдвинутая цель не может быть достигнута за счет уже имеющихся возможностей, то субъект komponует из окружающих его объектов новую систему, специально создаваемую, чтобы помочь достичь данную цель. Стоит заметить, что редко цель однозначно определяет состав и структуру создаваемой системы: важно, чтобы реализовалась нужная функция, а этого часто можно достичь разными способами. В то же время обращает на себя внимание подобие строения разных представителей внутри одного типа систем (живых организмов, транспортных средств, планетных систем, месторождений ископаемых и т.д.).

Проблема целесообразности в природе. Обратившись к нерукотворной природе, мы обнаруживаем, что естественные объекты обладают всеми предыдущими одиннадцатью свойствами систем, причем часто выраженность этих свойств многократно превосходит таковую у искусственных систем. Возникла даже специальная наука бионика, «подглядывающая» секреты гармоничности и совершенства живых организмов с целью переноса обнаруженных принципов в технику. И в неживой природе наблюдаются очевидные проявления системности: физические, химические, геологические, астрономические объекты по всем признакам должны быть отнесены к системам. Кроме пока одного — целесообразности.

Первый напрашивающийся вывод состоит в проведении аналогии между искусственными системами и естественными объектами. Эта аналогия отождествляет искусственные и естественные системы и заставляет искать целеполагающего субъекта вне самой Вселенной. При этом приходится признать, что интеллект Творца несравнимо превосходит разум человека. Такова основа возникновения религий. Естественно возникает вопрос: а сам-то Бог — система? Разные религии по-разному рассматривают этот вопрос. Одни объявляют его

не имеющим смысла в силу того, что человеческому разуму не дано познать превосходящую его возможности сложность Творца; предлагается верить в то, что он сам себе причина и следствие. Есть, однако, религии, не считающие этот вопрос еретическим; они выдвигают гипотезу иерархичности божеств: есть боги для людей, далее есть боги для богов людей и так далее до бесконечности.

Однако можно предложить другую гипотезу об аналогичности, но не тождественности рукотворных и природных систем, которая позволяет разрешить возникшую трудность, не требуя мысленного выхода за пределы Вселенной. Для этого необходимо уточнить, конкретизировать *понятие цели*.

Что такое цель? Проследим, как развивается, углубляется, уточняется понятие цели на примере близкого нам понятия искусственной системы.

История любой искусственной системы начинается в некоторый момент 0 (рис. 2.12), когда существующее состояние вектора $Y_0(0, Y_0)$ оказывается неудовлетворительным, т.е. возникает *проблемная ситуация*. Субъект недоволен этим состоянием и хотел бы его изменить. На вопрос, а чего он хотел бы (какова его цель), он отвечает, что его удовлетворило бы состояние Y^* . Это есть первое определение цели. Далее обнаруживается, что Y^* не существует сейчас, но и не может в силу ряда причин быть достигнуто в ближайшем будущем. Второй шаг в определении цели состоит в признании ее желательным *будущим* состоянием. Тут же выясняется, что будущее не ограничено. Третий шаг в уточнении понятия цели состоит в оценке времени T^* , когда желаемое состояние Y^* может быть достигнуто в заданных условиях. Теперь цель становится двумерной, это точка (T^*, Y^*) на нашем графике. Задача теперь состоит в том, чтобы перейти из точки $(0, Y_0(0, Y_0))$ в точку (T^*, Y^*) . Но оказывается, что пройти этот путь можно по разным траекториям, каждая из которых начинается в $(0, Y_0)$ и кончается в (T^*, Y^*) , а реализована может быть только одна из них. Встает проблема сравнения и выбора наилучшей траектории. Пусть выбор выпал на траекторию $Y^*(t)$. Это означает, что нам не только желательно прибыть в пункт (T^*, Y^*) , но прибыть через последовательность состояний на кривой $Y^*(t)$. Таким образом, в понятие цели необходимо включить и все желаемые будущие состояния, конечное и промежуточные. Это четвертый, заключительный шаг в определении цели: под целью теперь понимается не только конечное состояние («конечная цель») (T^*, Y^*) , но *вся траектория* $Y^*(t)$ («промежуточные цели», «план»).

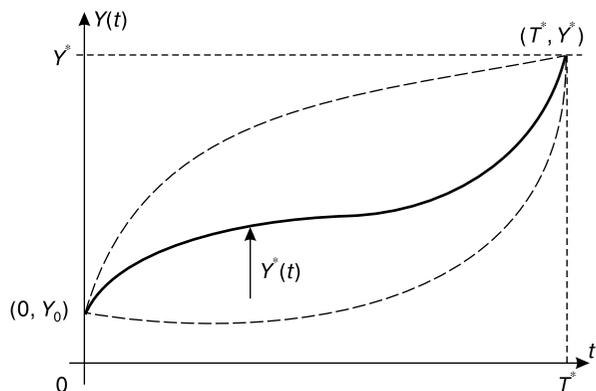


Рис. 2.12

Итак, *цель есть желаемые будущие состояния системы $Y^*(t)$.*

Целесообразность природных объектов. Теперь посмотрим на наш график с другой точки зрения. Глядя на (T^*, Y^*) с позиции $t = 0$, мы считаем его желаемым будущим состоянием. По прошествии времени T^* это состояние становится реальным, достигнутым настоящим. Поэтому появляется возможность определить конечную цель как *будущее реальное состояние*. Это решающий шаг к интерпретации целесообразности в природе: ведь у любого, в том числе естественного, объекта обязательно наступит в будущем некоторое состояние. Это, по определению, и есть цель. И что важно, нам не требуется гипотеза о ком-то определяющем цель заранее. Теперь мы имеем возможность сказать, что свойством целесообразности обладают и естественные системы. Это позволяет с единых позиций и с единой методикой подходить к рассмотрению любых систем.

Чтобы рассеять возникающее недоумение, честно и явно признаем, что «цель как образ желаемого будущего» и «цель как реальное будущее» — это не одно и то же. Введем для них разные термины: первое будем называть *субъективной целью*, а второе — *объективной целью*.

Это, во-первых, проясняет разницу между искусственными и естественными системами: искусственные системы создаются для достижения субъективных целей; естественные системы, подчиняясь законам природы, реализуют объективные цели.

Во-вторых, это проясняет причину того, что не всякая субъективная цель достижима. Дело в том, что не только нехватка или неверное использование имеющихся ресурсов может стать причиной

неудачи. Главным условием достижения субъективной цели является ее принадлежность к числу объективных целей: осуществимы лишь цели, могущие стать реальностью. Как выразился С. Лем, если человек и может достичь любых целей, то не любым образом.

Одна из причин появления недостижимых субъективных целей состоит в том, что субъективные цели — порождение воображения, а объективные есть результат проявления законов природы. Ограничения на мысленные конструкции гораздо слабее ограничений на возможные реальные события. Можно вообразить прекрасное существо — полудевушку-полурыбу — русалку или не менее красивое существо — полумужчину-полуконя — кентавра, но природа не позволяет реализовать их появление.

Важно установить реализуемость субъективной цели до начала попыток реализовать ее. Нежелание зря тратить усилия и ресурсы позволило бы не заниматься осуществлением недостижимой цели. Пока у нас есть только один критерий недостижимости — противоречие законам природы (например, цель создания вечного двигателя). Но иногда мы не можем привести законы природы, препятствующие достижению цели (например, цели создания искусственного интеллекта; и хотя успехи в этом далеки от ожиданий, усилия не кажутся напрасными).

Есть, однако, один тип заведомо недостижимых целей, которые не считаются недостойными стремления к ним. Такие цели называются *идеалами*. Особенность идеала состоит в том, что хотя он заведомо недостижим, но привлекателен, а главное — допускает приближение к нему. Примеры: гармонически развитая личность; стремление неограниченно повышать спортивные достижения; познание все большего числа языков; в общем, стремление к совершенству в любом отношении.

2.4. Заключение (системная картина мира)

Итак, в данной главе сделана попытка представить мир как мир систем, взаимодействующих между собой, содержащих в себе меньшие системы, входящие как части в большие системы, каждая из которых непрерывно изменяется и стимулирует к изменениям другие системы.

Из бесконечного числа свойств систем выделено двенадцать присущих всем системам. Они выделены по признаку их необходимости и достаточности для обоснования, построения и доступного изложения технологии прикладного системного анализа.

Но очень важно помнить, что каждая система отличается от всех других. Это проявляется, прежде всего, в том, что каждое из двенад-

цати общесистемных свойств в данной системе воплощается в индивидуальной форме, специфической для этой системы. Кроме того, помимо указанных общесистемных закономерностей, каждая система обладает и другими, присущими только ей свойствами.

Прикладной системный анализ нацелен на решение конкретной проблемы. Это выражается в том, что с помощью общесистемной методологии он технологически направлен на обнаружение и использование индивидуальных, часто уникальных особенностей данной проблемной ситуации.

Для облегчения такой работы можно употребить некоторые классификации систем, фиксирующие тот факт, что для разных систем следует использовать разные модели, разную технику, разные теории. Например, Р. Акофф и Д. Гарайедаги предложили различать системы по соотношению объективных и субъективных целей у частей целого: системы технические, человеко-машинные, социальные, экологические. Другая полезная классификация, по степени познания систем и формализованности моделей, предложена У. Чеклендом: «жесткие» и «мягкие» системы и соответственно «жесткая» и «мягкая» методологии, обсужденные в главе 1.

Итак, можно сказать, что системное видение мира состоит в том, чтобы, понимая его всеобщую системность, приступить к рассмотрению конкретной системы, уделяя основное внимание ее индивидуальным особенностям. Классики системного анализа сформулировали этот принцип афористически: *«Думай глобально, действуй локально»*.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое статические свойства систем? Перечислите четыре статических свойства.
2. Как из открытости систем вытекает факт всеобщей взаимосвязанности в природе?
3. Что называется моделью черного ящика? Назовите четыре рода ошибок, которые можно совершить при построении модели черного ящика.
4. Что называется моделью состава системы? Каковы (три) трудности ее построения?
5. При каких предположениях можно говорить о наличии частей у системы?
6. Как определяется граница системы?
7. Что называется моделью структуры системы? В чем трудности ее построения?

8. Что такое динамические свойства систем? Перечислите их (все четыре).
9. Поясните различие между ростом и развитием системы.
10. Что мы называем синтетическими свойствами систем? Перечислите четыре таких свойства.
11. Какое из статических свойств системы обеспечивает существование эмерджентных свойств системы?
12. Что называется субъективной целью?
13. Что понимается под объективной целью системы?
14. Почему не любая субъективная цель достижима?
15. Дайте определение следующим понятиям:
 - целостность системы;
 - открытость системы;
 - черный ящик;
 - ошибка первого (второго, третьего, четвертого) рода;
 - модель состава системы;
 - подсистема;
 - элемент системы;
 - модель структуры системы;
 - функция системы;
 - стимулируемость систем;
 - функционирование;
 - рост (спад);
 - развитие (деградация);
 - жизненный цикл;
 - эмерджентность;
 - ингерентность;
 - цель субъективная;
 - цель объективная.

МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

3.1. Моделирование — неотъемлемая часть любой деятельности

Субъект, существуя в реальном мире, взаимодействует с ним, осуществляет ту или иную деятельность. Все возможные виды деятельности можно разбить на два типа: познание мира и преобразование его (рис. 3.1). Важно понять, что любая деятельность субъекта становится возможной только благодаря *моделям* — системам, специфика которых направлена на обеспечение взаимодействия между субъектом и реальностью. Модели играют роль своеобразного посредника между ними.

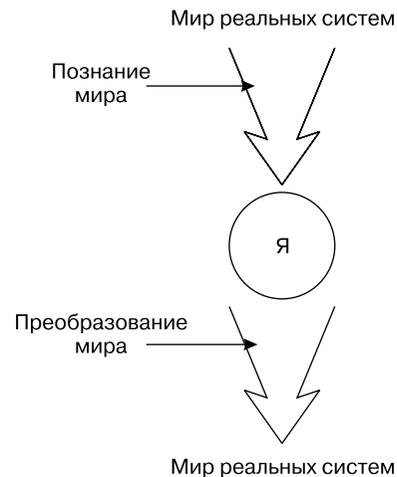


Рис. 3.1

Моделирование не является таким действием, которое можно делать, а можно и не делать: моделирование есть неизбежная, обязательная часть любой деятельности человека (и не только челове-

ка, но это разговор отдельный). Покажем это для обоих типов деятельности.

Начнем с преобразовательной. Что бы человек ни делал, изменяя реальность, еще до начала самой работы он должен определить цель, образ желаемого будущего, т.е. модель того, чего пока нет, но что хотелось бы осуществить, что должно появиться в конце работы. Это первый аргумент о необходимости моделирования. Но это еще не все: для достижения конечного результата необходимо выполнить определенную последовательность промежуточных действий, а для того, чтобы их правильно выполнить, нужно еще до начала работы *описать* эту последовательность, т.е. создать модель (план, алгоритм) хода работы. Таким образом, преобразовательная (трудовая, управленческая) деятельность невозможна без моделирования.

Теперь о познавательной деятельности. Конечный результат познания — полученная информация о внешней среде — должен быть зафиксирован, описан, представлен в виде определенной модели. Знания вообще существуют только в форме моделей, т.е. *модель есть форма существования знаний*. Конечной целью познания является построение моделей интересующей нас части мира. Но не только поэтому познание невозможно без моделирования. Важно также, что и сам процесс получения информации извне происходит с помощью специальных моделей. Это только кажется, что стоит открыть глаза и информация сама хлынет через них. Во всех языках различаются понятия «смотреть» и «видеть». Можно смотреть и не увидеть, можно видеть то, чего на самом деле нет. Врач, осматривающий пациента, обращает внимание на такие внешние признаки, которые ничего не говорят неспециалисту. С помощью гипноза или использования эффектов обмана зрения можно заставить человека увидеть несуществующее. Все это происходит благодаря тому, что информация световых сигналов обрабатывается нашими моделями, прежде чем достичь состояния, осознаваемого как зрительный образ. Это относится не только к зрению, но и ко всем остальным чувствам, являющимся каналами связи субъекта со средой. Необходимо напомнить, что субъект одновременно является объектом. Объект «напрямую» взаимодействует со средой, а субъект — только через модели. Например, потрогав горячую плиту, вы обожжетесь как объект. Но если подменить ваши модели гипнозом или наркотиком, вы не будете ничего чувствовать. Еще более нагляден известный психологический опыт, когда у человека, убежденного, что уют горячий, возникает ожоговый

волдырь после прикосновения к нему, хотя на самом деле утюг холодный.

Итак, любая деятельность субъекта, любое его взаимодействие с внешним миром происходят посредством моделей, хотя как объект он непосредственно связан с окружающей средой (рис. 3.2).

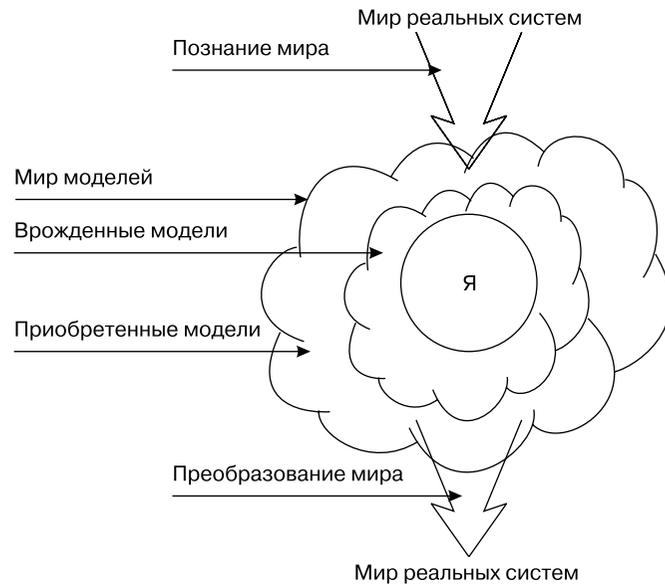


Рис. 3.2

Мир моделей субъекта начинает наращиваться на базе врожденных моделей путем извлечения информации из опыта жизни. А поскольку и врожденные модели у разных индивидов разные (особенно трудно родившимся с дефектами), и личный жизненный опыт протекает сугубо индивидуально, то и построенный к настоящему времени мир моделей у каждого субъекта уникален. А это означает, что каждый видит, воспринимает и оценивает мир по-своему. (Конечно, это не значит, что между субъектами нет ничего общего; наоборот, многие их модели могут быть совпадающими или совместимыми.) Это многообразие индивидуальных миров играет существенную роль в обществе и должно учитываться при работе с людьми.

Установив чрезвычайную важность моделирования в жизни субъекта, перейдем далее к рассмотрению того, как строятся модели, а затем и к обсуждению важных для нас свойств различных моделей.

3.2. Анализ и синтез как методы построения моделей

Пусть нам надо познать, понять некоторую сложную для нас систему, т.е. перевести ее из сложной и малопонятной в простую и понятную. Это значит, что нам следует построить модель этой системы, содержащую нужную нам информацию. В зависимости от того, что нам требуется узнать, объяснить — как система устроена или как она взаимодействует со средой, различают два метода познания: 1) аналитический; 2) синтетический.

Процедура анализа состоит в последовательном выполнении следующих трех операций:

- 1) сложное целое расчленить на более мелкие части, предположительно более простые;
- 2) дать понятное объяснение полученным фрагментам;
- 3) объединить объяснение частей в объяснение целого.

Если какая-то часть системы остается все еще непонятной, операция декомпозиции повторяется и мы вновь делаем попытку объяснить новые, еще более мелкие фрагменты (рис. 3.3). На схеме объясненные объекты заштрихованы. (В некоторых случаях анализ отдельной ветви может «затягиваться», так и не дойдя до объяснимого фрагмента. Это признак отсутствия знания, способного сделать фрагмент элементарным. Позитивным знанием в этом случае является обнаружение того, какого именно знания нам не хватает.)

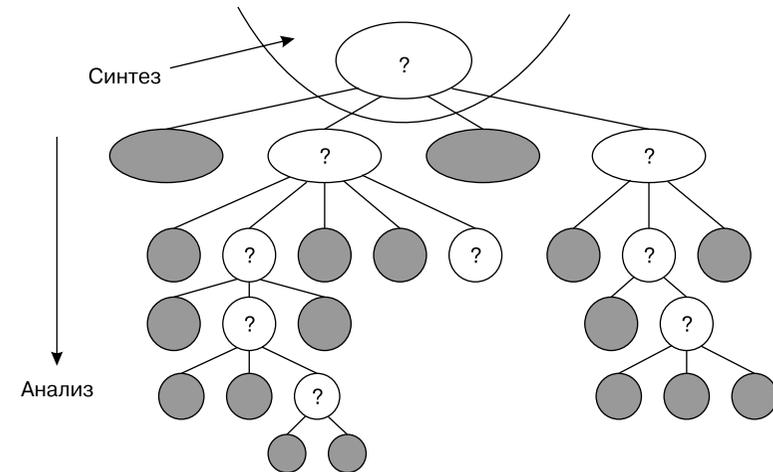


Рис. 3.3

Полученные знания представляются в виде моделей нашей системы. Первым продуктом анализа является, как это видно из схемы, перечень элементов системы, т.е. *модель состава системы*.

Самая серьезная ловушка анализа состоит в опасности разорвать связи частей при декомпозиции, разрушив тем самым эмерджентные свойства системы. Так что правильный, качественный анализ должен осуществлять различение частей, а не разбиение на части при декомпозиции. Иначе нельзя будет выполнить последнюю операцию анализа: объяснение целого невозможно только через объяснение частей. Объяснить целое — значит установить его эмерджентные свойства, а для этого необходимо установить (или восстановить) связи между частями. Таким образом, вторым продуктом анализа является *модель структуры* системы. Третий продукт анализа — *модель черного ящика* для каждого элемента системы.

Итак, в результате анализа мы получаем информацию об устройстве и работе системы. Вся полученная информация «упакована» в виде всех трех типов моделей: состава, структуры, черного ящика.

Аналитический метод дал замечательные результаты познания мира человеком. Вся структура наших знаний имеет иерархический характер: единый мир разбивается на отдельные области, избранные предметом исследований разными науками: физикой, химией, историей и т.д. В каждой науке тоже своя аналитическая организация. В каждой области знаний дело доводится до элементов, из которых образуются все объекты ее исследования: элементарные частицы в физике, молекулы в химии, фонемы в звуковой и символы в письменной речи, клетки в биологии, ноты в музыке и т.д. Успехи аналитического метода так значимы, что сложилось даже впечатление, будто это — единственный научный метод (часто в речи слова «изучить» и «проанализировать» используются как синонимы).

Однако есть вопросы, на которые анализ в принципе не может ответить, так как ответ лежит не во внутреннем устройстве системы.

Попробуйте путем любого (химического, физического, художественного) анализа выяснить, в чем сила и значение денежной купюры. Вы можете досконально изучить анатомию человека, но не объясните, почему природа создала два пола. Можно подробно исследовать устройство часов, но это не даст ответа, зачем они нужны. Изучение структуры автомобиля не даст ответа, почему в Англии принято левостороннее движение.

Ответы на вопросы такого рода дает *синтез*.

Синтетический метод состоит в последовательном выполнении трех операций:

- 1) выделение большей системы (метасистемы), в которую интересующая нас система входит как часть;
- 2) рассмотрение состава и структуры метасистемы (ее анализ);
- 3) объяснение роли, которую играет наша система в метасистеме, через ее связи с другими подсистемами метасистемы (рис. 3.4). Конечным продуктом синтеза является знание связей нашей системы с другими частями метасистемы, т.е. *модель черного ящика*. Но чтобы ее построить, нам пришлось попутно создать модели *состава и структуры* метасистемы как побочные продукты. И снова мы видим, что все полученные нами знания «упакованы» в три известных формы моделей: черного ящика, состава и структуры. Ясно, что качество синтеза напрямую зависит от качества модели метасистемы, о чем следует особо позаботиться.

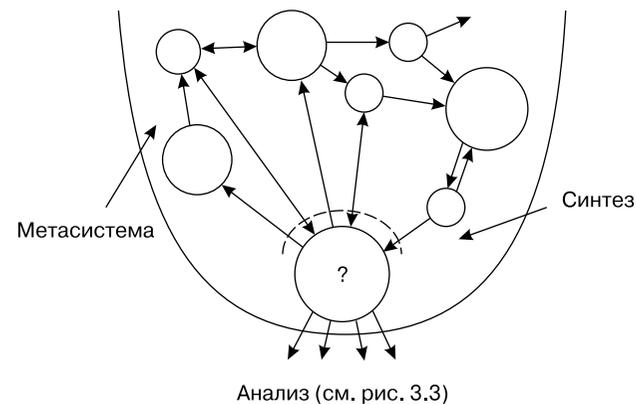


Рис. 3.4

Анализ и синтез не противоположны, а дополняют друг друга. Более того, в анализе есть синтетический компонент, а в синтезе — анализ метасистемы. Что из них или в какой последовательности их применять в конкретном случае — решать самому исследователю.

3.3. Что такое модель?

Мы уже сформулировали два определения модели. Первое: *модель есть средство осуществления любой деятельности субъекта*. Второе: *модель есть форма существования знаний*. Можно несколько дополнить каждое из этих определений указанием на то,

что модель — тоже система, со всеми описанными в главе 2 общесистемными свойствами. Отличительная особенность моделей от других систем состоит (в дополнение к тому, что говорят два определения) в их предназначенности отображать моделируемый оригинал, заменять его в определенном отношении, т.е. содержать и представлять информацию об оригинале. Выразим эту мысль в виде еще одного общего определения: *модель есть системное отображение оригинала*.

Все три определения носят очень общий, можно сказать, философский характер. Для дальнейшего нам понадобится конкретизация типов моделей и их характерных свойств. Как мы уже знаем, уточнение описания модели можно сделать с помощью анализа и синтеза.

3.4. Аналитический подход к понятию модели

Аналитический подход направлен на выяснение, из чего состоит рассматриваемая система. Первую декомпозицию сделаем, отметив, что есть два типа материалов, из которых создаются модели: средства мышления и материальные средства — предметы и вещества. Соответственно этому модели разделяются на *абстрактные* и *реальные* (рис. 3.5).

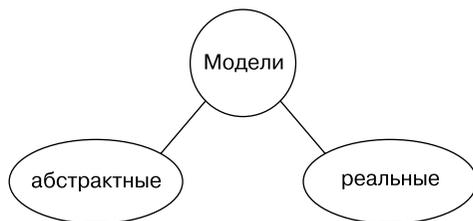


Рис. 3.5

Продолжим анализ и осуществим декомпозицию ветви «абстрактные» модели. Из чего и как они строятся? Ответ на этот вопрос означал бы, что мы объяснили, как происходят мыслительные процессы. Но мышление является столь сложным, столь мало познанным явлением, что на очередном шаге декомпозиции у нас в основном оказываются необъяснимые фрагменты (рис. 3.6): большинство проявлений мышления, отмеченных в нашей схеме (и вовсе не исчерпывающих его проявлений), не поддается объяснениям, отвечающим научным стандартам завершенности.

Более определенно мы можем говорить об абстрактных моделях, которые являются как бы конечным продуктом мышления, пригото-

ленным для передачи другим субъектам. Это модели, воплощенные средствами языка: они поддаются регистрации (тексты, аудиозаписи) и могут изучаться как объекты, отчужденные от непосредственно мышления, но являющиеся его продуктами, содержащими информацию о нем.



Рис. 3.6

Роль языка в жизни общества невозможно переоценить: он не только средство общения, но и носитель культуры, и средство организации, управления, и основной компонент мира моделей субъекта. Языкознание является одной из самых сложных естественных наук (которую почему-то относят к гуманитарным).

Мы обратим внимание на те особенности языка, которые потребуются для обоснования и использования технологии прикладного системного анализа.

Главная для нас особенность — то, что язык является *универсальным* средством моделирования: говорить можно о чем угодно. Из многих свойств языка, обеспечивающих ему это свойство, обратим внимание на *расплывчатость смысла слов*.

Приведем пример словесной модели некоторой ситуации. «В комнату вошел высокий красивый молодой человек, неся тяжелый сверток». Так и видится реальная картина. Но «высокий» — какого именно роста? «Молодой» — а сколько ему лет? Не говоря уж о том, что такое «красивый». «Тяжелый» — какого веса? Практически ни одно слово естественного языка не имеет точного смысла. Можно привести аналогию: «смысл» конкретной ситуации — точка, «смысл» слова — облако. Описывая конкретную ситуацию, мы как бы обволакиваем точку облаками, понимая, что истина где-то в середине этого скопления. В большинстве случаев, особенно в быту, такого приблизительного, расплывчатого описания бывает достаточно для действий, часто успешных. В некоторых видах деятельности такая расплывчатость сознательно используется как важный позитивный фактор: поэзия, юмор, политика, дипломатия, мошенничество...

Однако в случаях, когда необходимо произвести конкретный продукт, достичь конкретного результата, этой конкретности начинает мешать расплывчатость бытового языка. И тогда те, кто занимается конкретной деятельностью, изживают мешающую неопределенность, вводя в язык более точные термины. У всякой группы с ее общими целями вырабатывается свой, специфический язык, обеспечивающий нужной точностью эту деятельность. У скотоводческого африканского племени масаев есть сотни терминов для характеристики коров; у северных народов — множество терминов, определяющих состояние снега; на своих языках разговаривают физики, медики, юристы; уголовники «ботаю по фене»; молодежь говорит на слэнге, не понятном для взрослых; лондонские «низы» разговаривают на «кокни».

Общий вывод: всякая групповая деятельность требует выработки специального, более точного, чем разговорный, языка; условно назовем его *профессиональным*.

Профессиональные языки более точны, чем разговорный, за счет большей определенности их терминов. Важно осознать, что снятие неопределенности может быть осуществлено только за счет новой, *дополнительной информации*.

Таким образом, увеличение точности смысла языковых моделей идет за счет добывания и включения в язык все новой и новой информации о предмете интереса.

Есть ли предел этому процессу уточнения? Есть, и это язык математики, в котором термины максимально точны, однозначны. Правда, полностью изжить неопределенность невозможно, иначе было бы невозможно о бесконечности мира говорить конечными фразами. Есть несколько (и не только вспомогательных, но и базовых) понятий в математике, имеющих расплывчатый смысл: «приблизительно равно», «значительно больше (меньше)», «бесконечно мало (велико)», «неопределенно» и т.д. И все же математический язык является крайним, самым точным справа в спектре языков описания реальности (рис. 3.7).

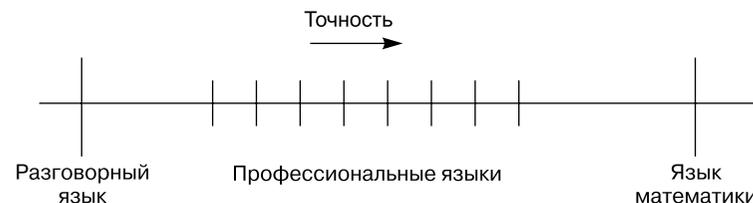


Рис. 3.7

Теперь мы можем оценить слова Канта, которые повторяли и интерпретировали многие философы, о том, что всякая область знаний тем больше может претендовать на звание науки, чем больше она пользуется математическими моделями.

То, что какая-то наука недостаточно математизирована (история, биология, медицина, психология, политология и т.п.), означает лишь то, что ее объект столь сложен, столь мало изучен, что до математической точности ей еще далеко. Но есть перспектива.

Для полноты картины отметим еще одну особенность языков. Культура индивида (мир его моделей) образуется из взаимодействия его врожденных моделей и культуры его социальной среды, в том числе (а возможно, и в первую очередь) языков, входящих в эту культуру. Здесь проявляется свойство ингерентности, совместимости внутренней и внешней культур. Случается, что их полного согласования достичь не удастся: генетики доказали, что иногда неспособность научиться грамотно говорить и писать заложена в генах субъек-

та; человек, не имеющий абсолютного слуха, при всем старании не может полностью познать язык музыки; люди с преобладающим «правополушарным» мышлением испытывают своего рода аллергию к математике; люди, в зрелом возрасте попавшие в эмиграцию, испытывают чувство ностальгии и т.п. Однако языков так много, что каждый находит возможность сформировать свою культуру так, чтобы в каком-то отношении обеспечить свое посылно успешное взаимодействие с окружающей средой.

Для дальнейшего важны два момента:

1) имеется спектр языков разной степени определенности и, следовательно, ему соответствует спектр моделей разной степени точности;

2) одной из главных особенностей прикладного системного анализа является попытка, старание развить описание проблемной ситуации, представленное клиентом, в сторону все более и более точного описания проблемной ситуации, от ее первоначального «рыхлого» описания в сторону «жесткого». Часто до математического описания дело не доходит за ненадобностью: проблема может быть решена и при не очень точном определении условий. Но важна тенденция включения в модель все новой и новой информации, пока ее не окажется достаточно для решения проблемы; важен сам факт движения в сторону уточнения.

Сделаем теперь еще один акт декомпозиции, пытаясь добраться до элементарных абстрактных моделей. Очевидно, что к числу элементарных языковых моделей относятся *слова*. Что же является оригиналом для слова-модели?

3.5. Классификация — простейшая абстрактная модель разнообразия реальности

Пожалуй, главное назначение языка — описывать, отображать бесконечно разнообразный мир. В мире нет абсолютно одинаковых объектов. Даже если считать, например, электроны тождественными по своим электрическим и механическим свойствам (хотя имеются основания утверждать, что это не совсем так: закон их распределения, выведенный из предположения об их идентичности, в эксперименте не совсем точно выполняется) — они отличаются хотя бы координатами. Как же описывать бесконечно разнообразный мир конечными фразами? Выход один — делать это огрубленно, приблизительно, упрощенно.

Первый шаг упрощения основан на том, что все объекты различны, но одни отличаются друг от друга «слабо», «мало», «незначительно», другие — «сильно», «существенно» (обратите внимание на

оценочность этих терминов). Идея теперь состоит в том, чтобы объединить все мало различающиеся объекты в одну группу, оставив вне ее все сильно различающиеся.

Второй шаг упрощения состоит в том, чтобы отказаться от учета различий внутри группы, пренебречь малыми отличиями, считать членов группы одинаковыми. Такую группу принято называть *классом*.

Оставшиеся вне класса объекты тоже разнообразны, и хотя «сильно» отличаются от тех, которые вошли в класс, по некоторым другим признакам снова оказываются между собой «похожими» либо «различными». Это дает возможность выделить новые классы похожих внутри них и отличающихся от других классов.

В итоге бесконечно разнообразный мир описывается конечным множеством отличающихся друг от друга классов.

Для выражения различий между классами им присваиваются различные имена (названия, обозначения, символы, номера и т.п.). Эти имена и есть слова некоторого языка. Деревья (*все деревья*), животные (*тоже все*), люди, здания, насекомые, реки и т.д. — примеры имен классов. Классифицировать можно не только объекты, но и свойства (цвета, звуки, силы, размеры и т.д.), и процессы (ходить, бегать, тянуть, есть, пить и т.д.). Таким образом, слова языка есть названия некоторых классов. *Классификация есть простейшая абстрактная модель разнообразия действительности*.

Распознавание, идентификация объекта в данном случае состоит в выяснении того, к какому классу он принадлежит (какое имя он должен носить).

При построении моделей субъект имеет простор для неформальных, творческих действий.

Во-первых, необходимо выбрать характеристику, параметр, меру различия между объектами. Множественность характеристик является одной из причин множественности классификаций. Особый (и нетривиальный) вопрос — классификация не по одному, а по нескольким признакам.

Во-вторых, от конкретизации оценочных понятий «слабых» и «сильных» различий зависят число различаемых классов и задание границ между ними.

Важно помнить, что *любая* классификация есть только *модель* разнообразия реальности, что реальность более сложна, что всегда найдется объект, который нельзя однозначно отнести к тому или иному классу.

3.6. Искусственная и естественная классификации

Различают два вида классификаций: *искусственную* и *естественную*.

При искусственной классификации разделение на классы производится «так, как надо», т.е. исходя из поставленной цели — на столько классов и с такими границами, как это диктуется целью. Например (это научные данные), крестьянские семьи в 20-е гг. XX в. в Сибири отличались по зажиточности q согласно «колоколообразному» распределению (рис. 3.8) — таково было их разнообразие. Для некоторых целей было введено разделение крестьян на три класса: бедняки, середняки, кулаки, что упрощенно описывало их разнообразие. Однажды на основе этой модели большевики поставили задачу «ликвидировать кулачество как класс» и реализовали эту цель. Характерно, что граница между классами была определена нечетко, что только усилило произвол. Не зря искусственную классификацию называют еще *произвольной*.

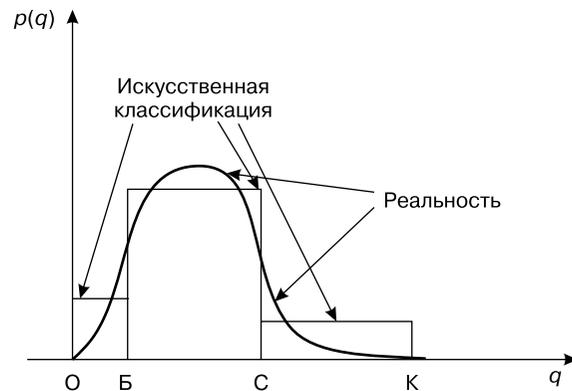


Рис. 3.8

Несколько иначе производится классификация, когда рассматриваемое множество явно неоднородно (рис. 3.9). Природные группировки (их в статистике называют кластерами) как бы напрашиваются быть определенными как классы, что и приведено на рис. 3.9 (отсюда название классификации *естественная*). Однако следует иметь в виду то, что и естественная классификация — это лишь упрощенная, огрубленная модель реальности. Например, кажущееся очевидным деление объектов на «живые» и «мертвые» наталкивается на трудности в определении законности изъятия ор-

ганов из умершего человека для их пересадки живому: не всегда очевидно, что пострадавший не может быть возвращен к жизни. Пример — «очевидное» деление людей на мужчин и женщин. Мало того, что иногда рождаются гермафродиты; иногда (по статистике 4%) индивид из-за перепутавшихся в нем био-хемо-психологических процессов сам не в состоянии однозначно отнести себя к тому или иному полу. Олимпийскому комитету однажды пришлось ввести генетический тест в женских силовых видах спорта, так как одна из абсолютных чемпионки мира по структуре хромосом оказалась мужчиной (при всех внешних признаках женщины, хоть и грубоватой).

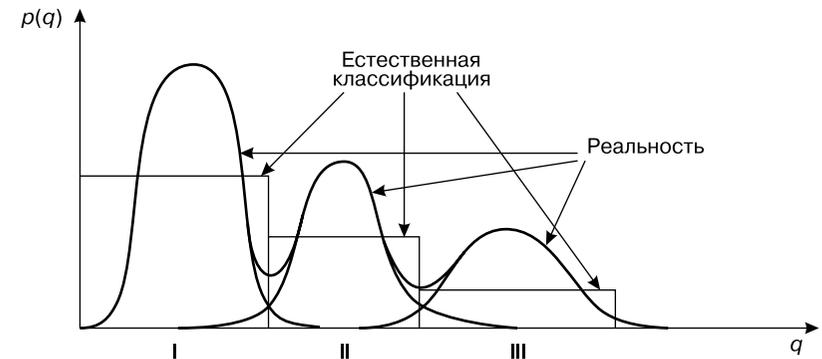


Рис. 3.9

Являясь простейшей моделью, классификация лежит в основе других, более сложных абстрактных моделей. Это достигается как увеличением числа классов, так и введением все новых и новых соотношений между классами.

В ряде случаев указанные недостатки однозначной классификации становятся неприемлемыми. Разработаны два типа обобщения классификации: статистическая и расплывчатая.

При классификации случайных объектов или величин вводят понятие перекрытия распределений и связывают ошибки классификации с этим перекрытием. В качестве примера на рис. 3.10 изображено разбиение границей S величины X на классы X_1 и X_2 , связанные с распределениями $p_1(x)$ и $p_2(x)$. (Заштрихованные области равны вероятностям ошибок.)

Иной тип неопределенности классификации описывается теорией расплывчатых (нечетких) множеств. Эта теория основана на допущении принадлежности одного объекта одновременно к разным

классам. В этой модели не существует четкой границы между классами. Можно лишь говорить о степени принадлежности данного объекта к тому или иному классу. Эта степень выражается *функцией принадлежности*, принимающей значение от 0 («точно не принадлежит») до 1 («точно принадлежит»). Например, классификация чисел на «малые», «средние» и «большие»: некоторое число может принадлежать одновременно ко всем введенным классам, хотя и в разной степени (т.е. с различными значениями функции принадлежности $N_A(n)$) (рис. 3.11).

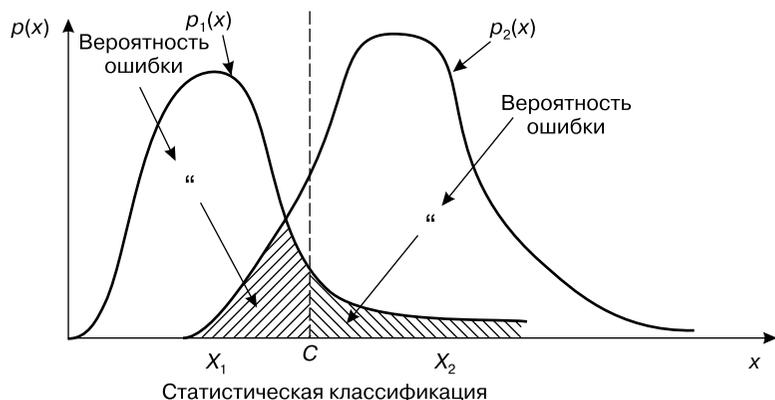


Рис. 3.10

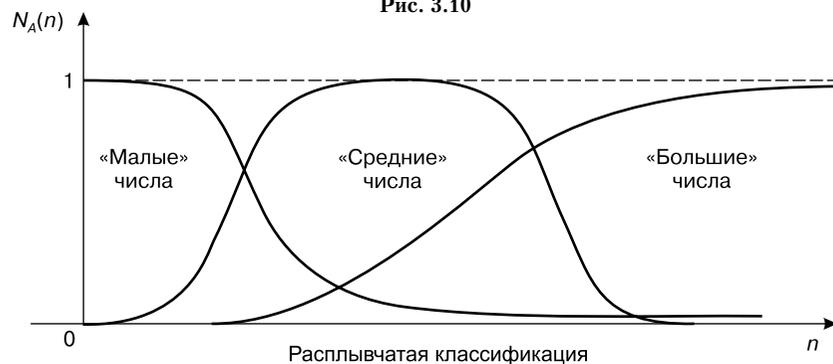


Рис. 3.11

На этом закончим рассмотрение абстрактных моделей, так как имеющегося ограниченного знания о них нам достаточно для изложения последующего материала.

3.7. Реальные модели

Второй класс моделей образуют реальные предметы, используемые в качестве моделей. Аналитический прием классификации по происхождению подобия между моделью и оригиналом приводит к трем типам реальных моделей.

Первый тип назовем моделями *прямого подобия*. Прямое подобие между моделью и оригиналом устанавливается вследствие их непосредственного взаимодействия (следы, отпечаток пальца, печать и т.д.) либо вследствие цепочки таких взаимодействий (фотография, макет здания и т.п.).

Второй тип — модели *косвенного подобия*, или аналогии. Похожесть, аналогичность двух явлений объясняется совпадением закономерностей, которым они подчиняются. Абстрактные модели (теории) двух явлений могут «перекрываться», а это приводит к похожеści данных явлений. Поэтому наблюдая одно из них, можно высказать суждение о другом (см. рис. 3.12: О — «объект», М — «модель»). Примером служит электромеханическая аналогия: закон Ньютона $F = m \cdot a$ и закон Ома $U = R \cdot I$ структурно идентичны. Это дает возможность отображать механические системы электрическими, с которыми проще, удобнее работать. В тело многих зданий и сооружений (мостов, башен) закладываются пьезодатчики, соединенные с электрической моделью сооружения. Это позволяет судить о его состоянии и принимать решение об обслуживании. Другие примеры аналогий — подчиненность закону Кирхгофа токов в электросетях, потоков воды в трубопроводах, информации в сетях связи, транспорта на улицах города. На электрической модели можно отработать оптимальные структуры и управление для соответствующих сетей. Моделями косвенного подобия являются: аналоговые ЭВМ, следственный эксперимент в криминалистике, исторические параллели, жизни разлученных однойцовых близнецов, подопытные животные в медицине и т.д.

Однако следует осторожно пользоваться аналогиями, поскольку, кроме совпадающих закономерностей, у разных явлений есть и несовпадающие. Поэтому не все заключения о модели можно переносить на оригинал, не все особенности оригинала содержатся в модели — аналоге. Иногда вводится понятие «сила аналогии», связанное со степенью «перекрывания» сравниваемых теорий.

Третий тип реальных моделей основан на подобию, которое не является ни прямым, ни косвенным. Например, буквы — модели звуков; деньги — модели стоимости; различные знаки, сигналы,

символы, карты, чертежи содержат соответствующую информацию. Соответствие такой модели и оригинала устанавливается в результате соглашения между ее пользователями, носит культуральный, условный, информационный характер. Назовем такие модели *моделями условного подобия*. Они успешно работают, но лишь до тех пор, пока известны и соблюдаются договоренности, соглашения о их значении (денежная реформа, мертвые языки, секретные знаки и т.п.).

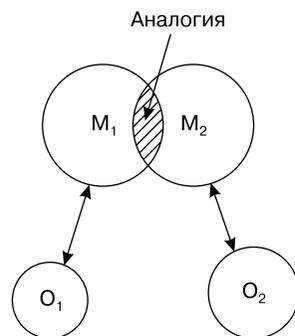


Рис. 3.12

Дальнейшее аналитическое рассмотрение множества всех реальных моделей не удастся довести до определения общих элементов: слишком велико разнообразие предметов, используемых в качестве моделей. Можно, конечно, выделить элементы конкретной реальной модели (например, географической карты), но выводы будут иметь частный характер.

3.8. Синтетический подход к понятию модели

В соответствии с синтетическим методом объяснение природы моделей начинается с определения метасистемы, в которой модель является частью. Начать выделение метасистемы моделирования можно с введенного выше определения модели как отображения оригинала. Это определение уже выделило два элемента метасистемы: модель и моделируемый оригинал.

Важная особенность модели состоит в том, что модель никогда не тождественна оригиналу (даже когда стараются этого достичь — фальшивые банкноты, копии произведений искусства и прочие подделки). Часто в этом просто нет необходимости: каждая модель нуж-

на для определенной цели, а для этого потребуется лишь некоторая (далеко не вся) информация об оригинале.

Целевая предназначенность моделей имеет ряд важных следствий.

Первое состоит в том, что цель моделирования определяется неким субъектом, который, следовательно, должен быть включен как еще один элемент в состав метасистемы.

Разнообразие целей ведет к множественности различных моделей для одного и того же оригинала. Например, нас не должно озадачивать наличие нескольких разных определений чего-то; разных показаний свидетелей одного и того же события и т.д. В качестве примера множественности моделей одного объекта можно привести, что для описания разных отношений между субъектами в прикладном системном анализе рассматриваются три типа идеологий (см. гл. 1), а политологу Р. Эпперсону потребовалось различать следующие пять типов правления в обществе.

Правление никого: анархия.

Правление одного человека: диктатура или монархия.

Правление немногих: олигархия.

Правление большинства: демократия.

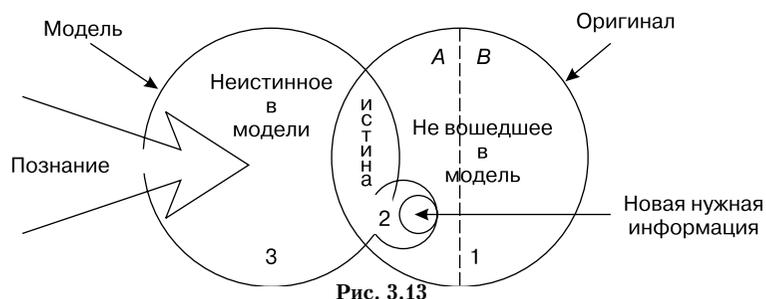
Правление закона: республика.

Модели явления могут даже противоречить друг другу (как корпускулярная и волновая теории света). Модели можно различать по типу целей. К примеру, полезной бывает классификация моделей на *познавательные* и *прагматические*.

Познавательные модели обслуживают процессы получения информации о внешнем мире, они представляют имеющиеся знания, подвержены изменениям при присоединении к ним новых знаний. Познавательные модели (рис. 3.13) не претендуют на окончательность, завершенность: всегда остается что-то непознанное. В познавательной практике принято терпимо относиться к отличающимся и даже противоречивым мнениям. Научные модели подвергаются постоянному сомнению и проверке на правильность, непрерывно уточняются и развиваются.

Продолжая рассмотрение отношений между моделью и оригиналом, остановимся на содержании информации в модели. Оригинал и модель — разные вещи. В оригинале есть много такого, чего нет в модели, по двум причинам: во-первых, не все из того, что известно об оригинале, понадобится включить в модель, предназначенную для достижения конкретной цели (зона А на рис. 3.13 изображает известное, но ненужное, в том числе ошибочно сочтенное ненужным и не

включенное в модель); во-вторых, в оригинале есть всегда нечто непознанное, поэтому не могущее быть включенным в модель (зона *B* на рис. 3.13). Зона 2 на рисунке изображает информацию об оригинале, включенную в модель. Это *истинная* информация, то общее, что имеется у модели и оригинала, благодаря чему модель может служить его (частным, специальным) заменителем, представителем. Обратим внимание на зону 3. Она отображает тот факт, что у модели всегда есть собственные свойства, не имеющие никакого отношения к оригиналу, т.е. *ложное* содержание. Важно подчеркнуть, что это относится к любой модели, как бы ни старался создатель модели включать в нее только истину.



Например, аналитическая функция времени как модель сигнала отображает тот факт, что сигнал — это некоторый временной процесс. Но эта модель не отражает того, что повторный сигнал уже не несет той информации, что в первый раз. Эта модель не обладает свойством реальных сигналов одновременно занимать конечный интервал времени и конечную полосу частот. Во многих (а если присмотреться — во всех) теориях особенность модели содержать ложную информацию проявляется в виде так называемых парадоксов. Например, в теориях электростатики и гравитации парадоксы бесконечности возникают при нулевых расстояниях.

Прагматические модели обслуживают процессы преобразования реальности в соответствии с целями субъекта. Они отображают пока несуществующее, но желаемое (проекты, планы, программы, алгоритмы, нормы права и т.д.), и имеют нормативный, директивный характер. Это придает им статус «единственно верных», что ярко выражено в религиях, морали, стандартах, технических чертежах, технологиях и т.д. В отличие от познавательных моделей, «подгоняемых» к реальности, в преобразовательной деятельности реальность «подгоняется» под прагматическую модель (рис. 3.14).

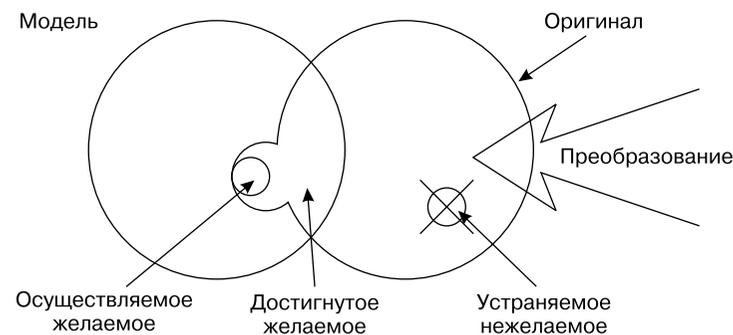


Рис. 3.14

Закончим рассмотрение отношений между оригиналом и моделью подчеркиванием неточности, приближенности модели. Даже те аспекты оригинала, которые намеренно отображаются, описываются с некоторой точностью, приближенно. Иногда приближенность носит вынужденный характер (нехватка знаний), а иногда вводится сознательно, ради упрощения работы с моделью (например, линейаризация нелинейных отношений между переменными).

3.9. Понятие адекватности

Иногда одну и ту же цель можно попытаться достичь с помощью разных моделей (например, идти по туристическому маршруту, ориентируясь по картам разного масштаба). При этом оказывается, что разные модели обеспечивают разную степень успешности в достижении цели. Это свойство моделей назовем *степенью их адекватности*. Часто достаточно эту степень грубо поделить на два уровня: будем называть модели, используя которые субъект успешно достигает цели, *адекватными*, а не обеспечивающие успеха — *неадекватными*.

Интересно обсудить отношение между такими свойствами моделей, как их адекватность и истинность. Оказывается, они не всегда совместны.

Для познавательных моделей, целевая принадлежность которых — накопление истинных знаний об окружающей действительности, адекватность и истинность являются, по существу, синонимами. Иначе обстоит дело с моделями прагматическими. Как уже отмечалось, каждому из нас приходилось говорить неправду. Спросив себя, почему

тогда ложь была предпочтена правде, мы обнаруживаем, что поставленная цель достигалась проще и легче с помощью лжи, нежели истины. Таким образом, в некоторых обстоятельствах ложные модели могут быть адекватными (иначе ложь вообще была бы не нужна).

3.10. Согласованность модели с культурой

Нельзя прочесть книгу на незнакомом языке; невозможно прослушать запись на грампластинке без патефона; пятикурсник не понял бы спецкурса без знаний, полученных ранее. Подобные примеры иллюстрируют тот факт, что для того, чтобы модель реализовала свою модельную функцию, недостаточно только наличия самой модели. Необходимо, чтобы модель была совместима, согласована с окружающей средой, которой для модели является культура (мир моделей) пользователя. Это условие при рассмотрении свойств систем названо ингерентностью: *ингерентность модели культуре* является необходимым требованием для осуществления моделирования. Степень ингерентности модели может изменяться: возрастать (обучение пользователя, появление адаптера типа розетского камня и т.п.) или убывать (забывание, уничтожение культуры) за счет изменения среды.

Таким образом, в состав метасистемы моделирования должен быть включен еще один элемент — культура. В итоге схема метасистемы может быть представлена рис. 3.15. В соответствии с методикой синтеза для объяснения того, что такое модель, необходимо обсудить связи модели с остальными частями метасистемы моделирования. Это и было предметом вышеприведенных рассуждений. При этом мы выделили лишь те связи, которые существенны для последующего изложения технологии прикладного системного анализа. Остальные связи между элементами метасистемы могут быть предметом специального рассмотрения и на самом деле рассматриваются различными науками.

3.11. Иерархия моделей

Итак, любая деятельность субъекта основана на использовании моделей, т.е. знания того, с чем субъект имеет дело, и зачем он это дело делает. При этом модели могут описывать и реальное и желаемое состояния рассматриваемой системы с разной степенью подробности. В связи с этим полезно различать уровни разработанности сведений, с которыми приходится иметь дело. Р. Акофф предложил такую классификацию (обратите внимание на специфическое употребление известных терминов).

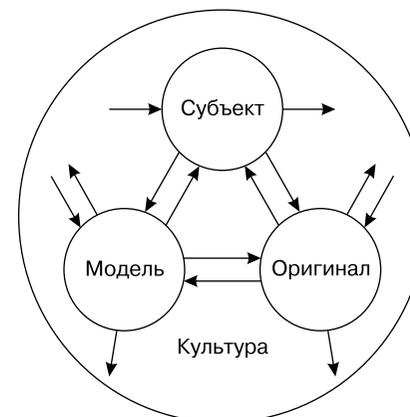


Рис. 3.15

Данные — (что?) — описание результатов измерений, наблюдений; протоколы экспериментов; исходные, «сырые» данные.

Информация — (состав?) — результат первичной обработки данных, их упорядочение, классификация, структуризация.

Знание — (структура?) — результат вторичной обработки данных; выявление связей и закономерностей между группами, классами данных.

Понимание — (почему?) — объяснение выявленных закономерностей, построение теорий, дающих такое объяснение.

Мудрость — (зачем?) — сведения о том, зачем все это надо, хорошо ли это, надо ли это продолжать или прекращать — т.е. подход с точки зрения эстетики и этики.

Р. Акофф, желая подчеркнуть разную значимость этих уровней сведений, говорит, что унция данного уровня равна ценности фунта предыдущего. О количественных соотношениях можно спорить, но качественное различие очевидно. И стоит отметить, что в существующей системе образования внимание и время обучения уделяется уровням сведений обратно пропорционально их действительной важности.

3.12. Заключение

Из вышеизложенного можно сделать два вывода. Первый — осознание фундаментальной роли моделирования: только благодаря ему возможна любая деятельность субъекта.

Второй — определение модели, содержащее упоминание тех ее свойств, которые потребуются при обосновании технологии решения проблем.

Модель есть отображение оригинала: целевое (множественность моделей для одного оригинала; познавательные и прагматические модели); *абстрактное* (спектр языков; классификация как простейшая модель разнообразия реальности) или *реальное* (прямое, косвенное и условное подобие); *упрощенное, приближенное; имеющее как истинное, так и ложное содержание; адекватное цели; ингерентное культуре пользователя.*

Контрольные вопросы и задания

1. Покажите, что познавательная и преобразовательная деятельности субъекта невозможны без моделирования.
2. Опишите алгоритм анализа и перечислите, какие модели он порождает.
3. Опишите алгоритм синтеза и укажите, какие модели он порождает. Какая из них непосредственно описывает исследуемый объект (явление)?
4. Что такое «абстрактная модель»? Кроме языковых, какие еще примеры абстрактных моделей вы можете привести?
5. Чем вызвано многообразие языков?
6. Какова простейшая абстрактная модель разнообразия окружающей нас реальности?
7. Чем отличаются искусственная и естественная классификации?
8. Что называется «реальной моделью»? Приведите три типа реальных моделей (классификацию по происхождению подобия модели оригиналу).
9. Чем отличается использование познавательных и прагматических моделей?
10. Почему в любой модели есть, кроме истинного, и (обязательно и неизбежно) неистинное содержание?
11. Какое качество модели называется адекватностью?
12. Что является окружающей средой для модели?
13. Дайте определения следующих терминов:
 - модель;
 - анализ;
 - синтез;
 - модель абстрактная;
 - модель языковая;
 - модель реальная;

- классификация (искусственная и естественная);
- модели познавательные;
- модели прагматические;
- адекватность модели;
- культура (субъекта, организации, нации — любой социальной системы).

УПРАВЛЕНИЕ

Как и большинство слов, термин «управление» является многозначным, употребляется в разных смыслах. В данной главе мы обсудим те его значения, детали и нюансы, которые употребимы в ходе прикладного системного анализа, т.е. в процессе решения проблемы (но используются и в других областях).

Исходным является определение управления как *целенаправленного воздействия на систему*.

Это перефразировка понятия «преобразовательная деятельность», введенного ранее: субъект старается изменить реальность, приблизить ее состояние к желаемому. В процесс управления вовлечены составляющие его компоненты. Следовательно, мы должны подвергнуть понятие управления анализу.

4.1. Аналитический подход к управлению: пять компонентов управления

Первым компонентом управления является сам *объект управления, управляемая система*.

Обозначим выходы некоторой системы S символом $Y(t)$, а входы ее разделим на управляемые $U(t)$ и неуправляемые, но наблюдаемые $V(t)$ (рис. 4.1). Мы знаем, что есть входы и ненаблюдаемые, неизвестные нам, но неизвестное невозможно включить в модель иначе, как через понятие стохастичности: наблюдаемые величины оказываются случайными. И даже при этом остается то неизвестное, что не отображено случайностью известного.

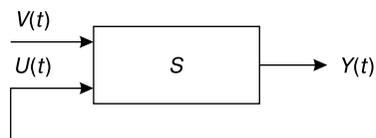


Рис. 4.1

Само выделение управляемых входов означает, что мы рассматриваем систему S как объект управления. Выходы $Y(t)$ являются результатом преобразования системой S входов $V(t)$ и $U(t)$: $Y(t) = S(V(t), U(t))$, что позволяет воздействовать на $Y(t)$ путем выбора различных управлений $U(t)$ (заметим, что приведенная символика верна только для безынерционных систем, хотя в реальности выход системы зависит не только от входов в данный момент времени, но и от их предыстории. Однако для наших целей это пока несущественно).

Вторым обязательным компонентом системы управления является *цель управления*. Мы подробно обсудили понятие цели в главе 2 при рассмотрении проблемы целесообразности всех систем. Напомним только, что в наше понятие цели входит не только конечное желаемое состояние системы (T^*, Y^*) , но и весь желаемый путь к ней $Y^*(t)$ (рис. 4.2). Напомним также, что как бы мы ни старались учесть все ограничения при формулировке цели, она остается субъективной: во-первых, мы учли только то, что нам известно, а наши знания всегда ограничены; во-вторых, как именно и насколько правильно мы это сделали — итог нашей работы, неизбежно несущей отпечаток личности. Так что вопрос о фактической достижимости поставленной цели с помощью системы S остается открытым до начала самого процесса управления.

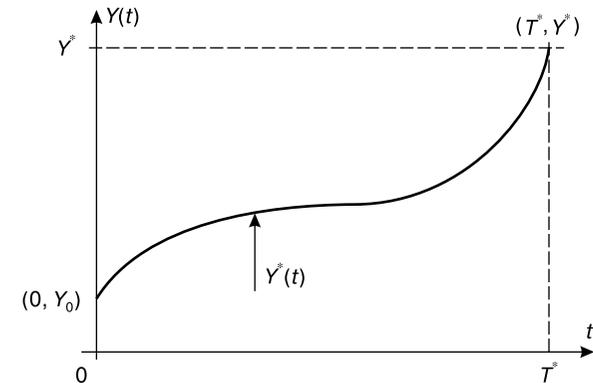


Рис. 4.2

Управляющее воздействие $U(t)$ есть третий компонент управления. Тот факт, что входы и выходы системы связаны между собой некоторым соотношением $Y(t) = S[V(t), U(t)]$, позволяет надеяться на то, что существует такое управляющее воздействие $U^*(t)$, при котором на выходе реализуется цель $Y^*(t)$:

$$Y^*(t) = S[V(t), U^*(t)]. \quad (4.1)$$

Но как узнать, действительно ли оно существует, и если да, то каково оно?

Для этого нужно решить уравнение (4.1) относительно $U^*(t)$. В этом уравнении известны $Y^*(t)$ (задано) и $V(t)$ (наблюдаемо), но оператор S обычно неизвестен, что делает задачу неразрешимой. Выход все равно надо искать, и это приводит к двум типам управления.

Первый состоит в том, чтобы подать на управляемый вход какое-либо воздействие $U_i(t)$ и посмотреть, что получится. Если на выходе получится цель $Y^*(t)$ — нам крупно повезло. Если нет — подать какое-то другое воздействие $U_j(t)$ и пронаблюдать результат. И действовать так и дальше до достижения нужного результата, т.е. искать нужное воздействие $U^*(t)$ путем перебора воздействий на самой системе S . Иногда такой способ оказывается единственно возможным (например, поиск выхода из лабиринта), но чаще такой способ управления является неразумным по ряду причин. Например, множество возможных $U(t)$ может быть настолько большим (и даже бесконечным), что надеяться на случайное удачное попадание нереально. Другая важная причина — высокие потери при неверном решении. Например, S — школа, $U(t)$ — методика обучения, $Y(t)$ — выпускники школы. Ясно, что метод перебора тут неуместен. Поэтому поиск нужного управляющего воздействия на самом управляемом объекте часто является неразумным, неприемлемым.

Второй подход основан на использовании всей имеющейся информации об управляемом объекте. Это означает, что поиск нужного управления следует осуществлять не на самой системе, а на ее модели.

Таким образом, *модель системы* становится четвертой составляющей частью процесса управления. Вместо решения уравнения (4.1) мы теперь должны решить относительно управляющего воздействия $U_m^*(t)$ уравнение

$$Y^*(t) = S_m[V(t), U_m^*(t)], \quad (4.2)$$

в котором известны $Y^*(t)$, $V(t)$ и S_m — модель системы. В принципе (оставим в стороне технические трудности) такое уравнение может быть решено. Это и будет рациональным, разумным управлением.

Конечно, поиск управления на модели тоже требует потерь (расходы на процесс моделирования), но эти потери несравнимо меньше тех, которые мы понесли бы, ища нужное управление на самой системе.

Все действия, необходимые для управления, должны быть выполнены. Данная функция возлагается обычно на специально создаваемую для этого систему (пятую составляющую часть процесса управления),

называемую *блоком управления* или *системой (подсистемой) управления, управляющим устройством* и т.п. В реальности блок управления может быть подсистемой управляемой системы (как заводоуправление — часть завода, автопилот — часть самолета), но может быть и внешней системой (как министерство для подведомственного предприятия, как аэродромный диспетчер для идущего на посадку самолета). Налицо сложности построения модели состава, обсужденные в главе 2.

Итак, схема управления может выглядеть так, как она представлена на рис. 4.3, на котором обозначены все пять составляющих процесса целевого управления.

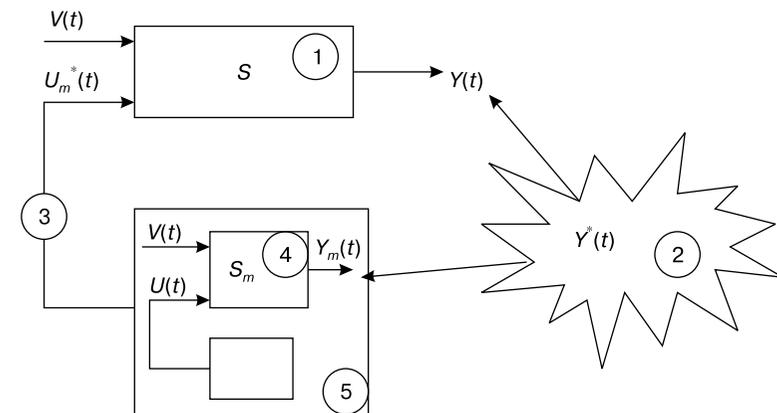


Рис. 4.3

Попутным, но очень важным результатом является то, что мы установили два первых обязательных шага процесса управления:

- 1) найти *на модели* системы нужное управляющее воздействие $U_m^*(t)$;
- 2) исполнить это воздействие *на системе*.

4.2. Этап нахождения нужного управления

Как использовать модель S_m для поиска наилучшего управляющего воздействия? Употребив оценочное слово «наилучший», мы должны точно указать, в каком смысле употребляется эта оценка, т.е. задать критерий качества. Ясно, что управление тем «лучше», чем «ближе» выход системы $Y(t)$ к цели $Y^*(t)$. Но искать-то это управление мы будем на модели, поэтому на этапе поиска управления нам придется считать наилучшим то управление $U_m^*(t)$, которое максимально приблизит к $Y^*(t)$ выход модели $Y_m(t)$.

Если выходы $Y_m(t)$ измеримы численно, то вводится некоторый числовой критерий («расстояние» между двумя функциями) $r = r(Y^*(t), Y_m(t))$, который равнялся бы нулю при совпадении сравниваемых функций и возрастал при любом их различии. Таких «расстояний» можно ввести много и по-разному. Например:

$$r_1 = \max_t |Y_m(t) - Y^*(t)|, \quad r_2 = \int_{t_1}^{t_2} [Y_m(t) - Y^*(t)]^2 dt.$$

Выбрав некоторую меру различия двух функций, нам остается решить задачу на отыскание такого $U_m^*(t)$, которое доставляет функционалу r минимум (лучше — ноль):

$$U_m^* = \arg \left\{ \min_{\{U(t)\}} r[Y^*(t), Y_m(V(t), U(t))] \right\}. \quad (4.3)$$

Для целей, задаваемых нечисловым способом, все равно вводятся измеримые характеристики близости результата к цели.

4.3. Синтетический подход к управлению: семь типов управления

После подачи на управляемый вход системы найденного воздействия $U_m^*(t)$ система выдаст некоторый выходной процесс $Y(t)$:

$$Y(t) = S[V(t), U_m^*(t)],$$

являющийся преобразованием входов оператором системы S . При этом возможны различные исходы, требующие различных действий по управлению системой. Это и порождает различные типы управления.

Первый тип управления — *управление простой системой, или программное управление*. Начнем с самого желательного случая — когда подача на вход системы S воздействия $U_m^*(t)$, обеспечивающего цель $Y^*(t)$ на выходе модели S_m , приводит к такому же результату и на выходе управляемой системы S . Это означает, что наша модель S_m оказалась *адекватной*, так как система S послушно отработала заданную цель. В этом случае систему S будем называть *простой*. Простота системы есть следствие адекватности модели. Управляющее воздействие $U_m^*(t)$ в этом случае называется *программой*, а данный тип управления — *программным управлением*.

Такой наиболее благоприятный случай иногда удается реализовать в практике. Примерами могут служить исправные бытовые при-

боры, различные автоматы, компьютеры, стрелковое оружие, исполнительный работник, идеальный солдат и т.п.

Второй тип управления — *управление сложной системой*. Рассмотрим другой крайний случай — когда на найденное на модели управляющее воздействие $U_m^*(t)$ система откликается вовсе не так, как модель, $Y(t)$ не совпадает с $Y^*(t)$. Обозначим эту ситуацию соответствующей терминологией.

Начнем с констатации факта, что имеющаяся у нас модель не позволила достичь цели; наша модель S_m *неадекватна*. Система S ведет себя неожиданным для нас образом, не подчиняется нашему управлению («эта чертова штука ведет себя не так, как ей положено!»). Будем называть такую систему *сложной*. Причиной сложности системы при таком подходе оказывается неадекватность ее модели S_m .

Подчеркнем, что мы ввели специальное определение сложности. Есть много других определений; некоторые из них связывают понятие сложности с многокомпонентностью, разнокачественностью компонент; многомерностью компонентов управления и т.д. Мы будем употреблять термин «сложный» только в смысле недостаточности информации об управляемом объекте. С этой точки зрения сложность — это не свойство системы, а свойство тех, кто смотрит на систему.

Очевидно, что управление сложной системой сводится к добычанию недостающей информации о системе и последующему использованию этой информации для очередного акта управления. Это означает, что мы должны совершенствовать модель системы, повышать ее адекватность.

Будем исходить из предположения, что при построении модели S_m мы использовали всю доступную информацию о системе — из учебников, монографий, справочников, Интернета, от экспертов. Тогда единственным источником информации остается только сама система и единственным способом извлечения этой информации является эксперимент с системой.

Эксперимент — это вопрос к системе, на который она дает честный ответ. Один вопрос мы уже задали. Подавая на управляемый вход воздействие $U_m^*(t)$, мы как бы спросили систему: «Дорогая, на это воздействие ты выдашь на выходе $Y^*(t)$?» А она ответила: «Нет, я не такая! Я откликаюсь функцией $Y(t)$ ». Эту полученную информацию надо включить в модель путем передачи информации по цепи обратной связи, и изменения, коррекции модели так, чтобы она на $U_m^*(t)$ откликалась той же функцией $Y(t)$, что и система (рис. 4.4). Теперь модель S_m стала более похожей на систему S , по крайней мере на данном примере.

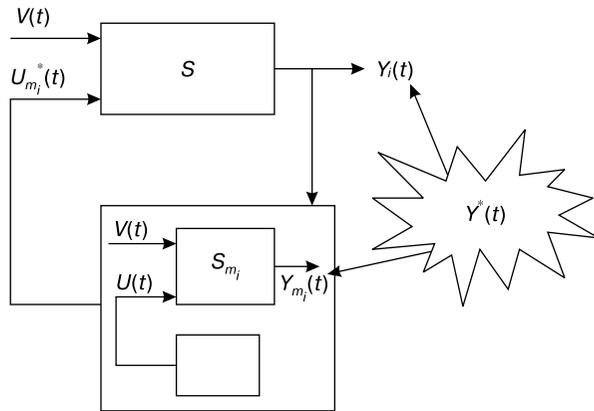


Рис. 4.4

Новую, исправленную и дополненную модель S_{m_i} мы используем для поиска на ней следующего управляющего воздействия (поэтому на схеме введена индексация « i » очередного шага $i = 1, 2, \dots$), $U_{m_i}^*(t)$. И такие шаги повторяются, постепенно улучшая модель, повышая ее адекватность.

Итак, алгоритм управления сложной системой таков.

1. На текущей, имеющейся на данный i -й момент времени, модели S_{m_i} системы S отыскивается некоторым методом (а методы могут быть разными: случайный поиск, градиентный спуск, перебор и др.) управляющее воздействие $U_{m_i}^*(t)$, которое обеспечивает получение целевой функции $Y^*(t)$ на выходе этой модели.

2. Найденное воздействие $U_{m_i}^*(t)$ подается на управляемый вход системы S .

3. Наблюдается и фиксируется выход системы $Y_i(t)$.

4. При расхождении $Y_i(t)$ и $Y^*(t)$ производится коррекция модели (за счет ее варьирования параметров) так, чтобы исправленная модель $S_{m_{i+1}}$ как можно точнее повторяла на своем выходе $Y_{m_{i+1}}(t)$ отклик системы $Y_i(t)$.

5. Возврат к пункту 1 ($i \rightarrow i + 1$).

Еще раз обсудим особенности алгоритма управления сложной системой.

Во-первых, алгоритм имеет циклический, повторяющийся характер. С каждым циклом S_{m_i} улучшается, становится более адек-

ватной, что повышает эффективность управления, уменьшает сложность системы. В некоторых случаях удается сложную систему превратить в простую за конечное число шагов. Примером является случай, когда вы забыли шифр, набранный вами у автоматической камеры хранения. Улучшение модели состоит в замене ее строки «на № X возможно откроется» после неудачной пробы № X на строку «на № X не откроется» и в соответствующем сокращении числа оставшихся вариантов.

В других случаях коррекция модели производится изменением ее параметров. Например, если модель — уравнение, меняются его коэффициенты, показатели, добавляются или удаляются члены уравнения и т.д. Если модель — физическое устройство, изменяются его установки, регулировки, переключения и т.д. Иногда эти действия приводят к достаточной адекватности модели, т.е. к упрощению системы.

Но есть системы, сложность которых человечеству не удастся исчерпать, несмотря на все старания (природа, общество, экономика, мышление и т.д.). Это не значит, что их изучение напрасно, оно просто бесконечно. Их иногда называют *очень сложными* системами.

Во-вторых, поскольку на каждом шаге будет получаться «не совсем цель $Y^*(t)$ », мы при этом понесем потери. Такова цена незнания. Нам остается только минимизировать неизбежные потери при управлении сложной системой. Сделать это можно, лишь полностью, без потерь используя полученную в очередном эксперименте (шаге управления) информацию, т.е. сделать так, чтобы скорректированная модель как можно точнее имитировала поведение системы на каждом из предыдущих шагов.

Теперь пора привести широко употребляемое название этого метода, хотя и с некоторой неохотой из-за его лингвистических особенностей. В ходе формирования профессиональной терминологии для нужд теории и практики управления каждое очередное управляющее воздействие стали именовать *пробным воздействием* или просто *пробой*, а расхождение между $Y_i(t)$ и $Y^*(t)$ — *ошибкой*. Сам алгоритм управления сложной системой получил название *метода проб и ошибок*. Из-за этого названия некоторые путают его с «методом тыка». Кардинальное различие между ними заключается в том, что нужное воздействие ищется не на самой системе (это и есть «метод тыка»), а на модели системы, корректируемой по ходу управления. Можно сказать, что «метод тыка» — самый плохой метод управления сложной системой, а «метод проб и ошибок» — самый

лучший. Хотя и при нем потери неизбежны — за невежество приходится расплачиваться.

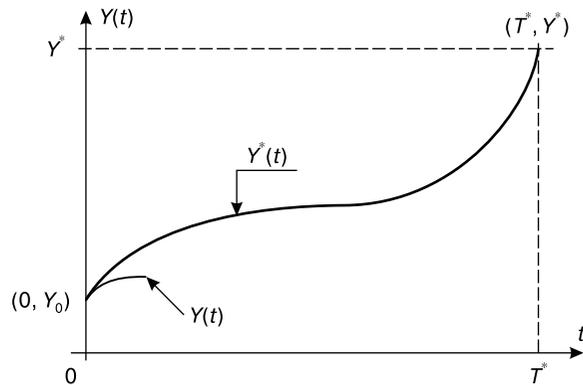


Рис. 4.5

Важно подчеркнуть, что даже при очевидной бесконечности познания очень сложных систем прогресс все же возможен, и именно методом проб и ошибок; хотя от точного задания конечной цели придется отказаться, но в ее сторону можно идти, преодолевая конкретные «сегодняшние» препятствия, определяя конкретные ограничения, в рамках которых остается свобода для проб и ошибок.

Третий тип управления — *управление по параметрам, или регулирование*. Рассмотрим теперь случай, промежуточный между первыми двумя. Подав $U_m^*(t)$, мы можем наблюдать, что поначалу система идет по желаемой траектории $Y^*(t)$, но через некоторое время обнаруживается расхождение между $Y(t)$ и $Y^*(t)$ — см. рис. 4.5. Конечно, это значит, что модель не совсем точна. Но часто оказывается, что внесение поправок в модель нецелесообразно. Например, самолет, ведомый автопилотом, сбивается с курса порывом ветра. Вносить в модель этот порыв нет смысла: он не повторится. Но есть возможность внести изменения в саму систему. Первая возможность — *изменение параметров* системы, не изменяя ее структуры. Параметр изменяется так, чтобы система вернулась на целевую траекторию, и при дальнейших отклонениях $Y(t)$ от $Y^*(t)$ это действие повторяется. Наглядным примером может служить вождение автомобиля. Целевой траекторией является правая половина дороги (в Англии, Японии и связанных исторически с ними странах — левая). Водитель меняет положение руля (и других регулируемых параметров машины), удерживая автомобиль на целевой траектории (рис. 4.6).

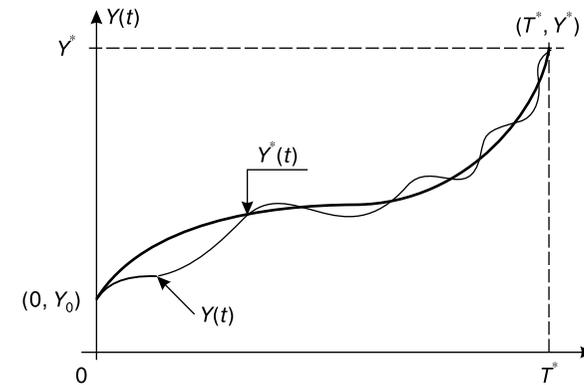


Рис. 4.6

Для реализации этого типа управления нужно выполнять следующие функции:

- 1) держать в памяти опорную траекторию $Y^*(t)$;
- 2) следить за реальной траекторией $Y(t)$;
- 3) обнаруживать текущее различие между $Y(t)$ и $Y^*(t)$;
- 4) вырабатывать, определять, вычислять корректирующее, дополнительное к $U_m^*(t)$, воздействие на параметр(ы) системы;
- 5) исполнять это воздействие на системе, возвращая ее на опорную траекторию.

Для выполнения этих функций необходимо создать специальное устройство, дополнительную систему. Это устройство получило название *регулятора*, а сам метод управления — *регулирование*. Схема управления теперь выглядит по-другому (рис. 4.7, см. рис. 4.3). Регулятор изображен квадратиком «R». Он помещен на схеме в позицию, которая позволяет отнести его либо к самой управляемой системе, либо к системе управляющей, либо считать самостоятельной системой. Важно исполнение указанных функций, а где они физически будут исполняться, зависит от обстоятельств. Например, регулирующее управление самолетом может выполняться автопилотом, летчиком или аэродромным диспетчером.

Если программное управление называют управлением без обратной связи, то регулирование — управлением с *обратной отрицательной связью* (подчеркивая стремление *уменьшить* отклонение от опорной траектории; при *положительной обратной связи* отклонение стремятся *увеличить*, как, например, в автогенераторах).

Для осуществления регулирования необходимо, чтобы система отклонялась от опорной траектории не слишком быстро и не слишком

далеко — так, чтобы за счет изменения параметров можно было бы ее вернуть на целевую траекторию $Y^*(t)$. В математической теории регулирования это условие называется «малостью» отклонений.

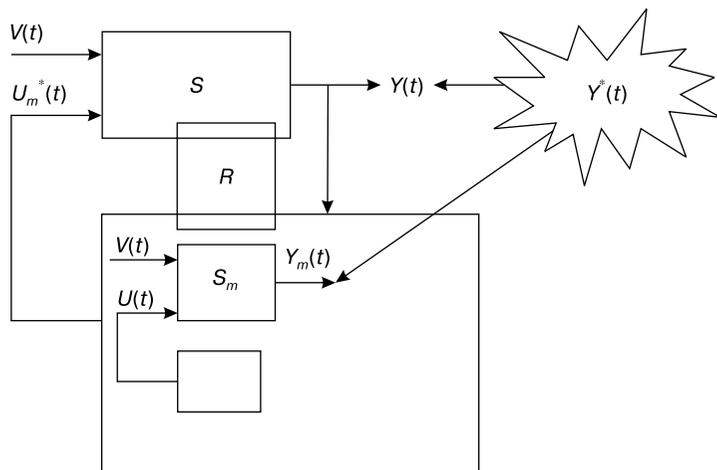


Рис. 4.7

К сожалению, это условие иногда не выполняется. Например, автомобиль может выехать на обледеневший участок дороги, и никакие манипуляции с рулем и тормозами не смогут удержать его на дороге. Мы оказываемся в условиях, когда требуется другой тип управления.

Четвертый тип управления — *управление по структуре*. Когда система так быстро и так далеко отклоняется от целевой траектории, что не может быть возвращена на нее изменением параметров, перед нами два выхода: пессимистический и оптимистический. Пессимистический означает смирение перед невозможностью достичь конечную цель, иногда — гибель. Оптимистический связан с признанием фактов и предпринятием попытки все-таки достичь (T^*, Y^*) . Фактом является то, что эта цель недостижима для *существующей* системы. Но, может быть, она достижима для *другой* системы?

Изменим в момент T_s (рис. 4.8) структуру системы, создавая тем самым новую систему, с надеждой прибыть в точку (T^*, Y^*) хотя бы и по другой траектории $Y_s^*(t)$. Такое управление и называется *управлением по структуре*. Можно различать случаи, когда новая структу-

ра создается только из частей (возможно, не всех) старой системы, и случаи вовлечения в структуру новых элементов извне.

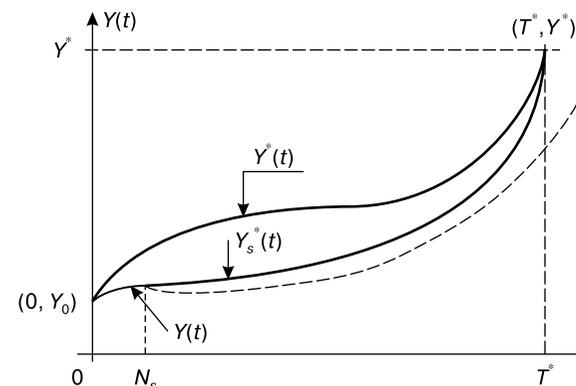


Рис. 4.8

Разнообразие вариантов отвечает множественность названий для данного типа управления: реорганизация, модернизация, перестройка, самоорганизация и т.п. В качестве примеров можно привести хирургическую операцию, смену схемы административного управления, сброс балласта с воздушного шара, забор или выдув воды из баков подводной лодки, пристройку к зданию, протезирование и т.п.

Ясно, что может встретиться случай, когда никакая комбинация наличных элементов не обеспечивает достижение поставленной конечной цели. Это означает невозможность и нецелесообразность управления по структуре, потенциал которой исчерпан.

Пятый тип управления — *управление по целям*. Выход снова видится не в безнадежном опускании рук, а в том, чтобы признать факт и сделать оптимистический вывод. Факт теперь состоит в том, что никакое использование имеющихся ограниченных средств не может реализовать желаемое состояние: данная цель в данных условиях недостижима.

Остается сменить цель, понизив уровень притязаний, переориентироваться на достижимые сроки и (или) другие параметры конечного состояния. Это и есть пятый способ управления — управление по целям.

Можно различать цели, недостижимые в принципе. Обнаружение недостижимости некоторых таких целей является основанием отказаться от стремления к ним.

Существуют, однако, другие, заведомо недостижимые цели, но притягательные и достойные стремления к ним, а главное — допускающие неограниченное приближение к ним, такие цели называются *идеалами* (гармонично развитая личность, абсолютное спортивное превосходство, познание истины, абсолютное добро и т.п.), и люди тратят много сил для стремления к этим целям.

Существуют цели, недостижимые в одних условиях, но достижимые в других; есть цели, достижимость которых желательна, но не доказана, хотя и не опровергнута (искусственное мышление, антигравитация). Есть цели, достижимые, но не достигнутые из-за неэффективного или ошибочного управления. Однако определить, с каким именно из вариантов мы столкнулись, в некоторых случаях не является простым делом.

В практике управление по целям встречается нередко, особенно в административном управлении, менеджменте: ротация кадров, подыскивание посильной работы, переобучение, вообще управление персоналом. Следует только иметь в виду, что смена цели для любого индивида — болезненный процесс, тем более тяжелый, чем более высокого уровня цель приходится менять (осознание недостижимости цели иногда может даже сделать для субъекта бессмысленной саму дальнейшую жизнь). Так что этот метод требует осторожности.

Шестой тип управления — *управление большими системами*. Два первых типа основаны на совершенствовании модели системы, третий и четвертый — на изменении самой системы, пятый — на смене цели. Существует еще один фактор, влияющий на качество управления и требующий нового способа управления. Это *своевременность* управляющего воздействия. «Поезд уже ушел», «После драки кулаками не машут», «Силен задним умом», «Остроумие на лестнице» — так отображает народный фольклор факт бесполезности запоздалого решения, даже самого лучшего во всех остальных смыслах.

Запаздывание с выбором наилучшего из возможных решений вызывается тем, что для оценки каждого из них нужно «проиграть» его на модели системы, а это требует определенного времени. Время же, отпущенное на выработку решения, может быть ограничено: по истечении этого времени управление теряет смысл. Управлять-то надо в реальном масштабе времени, а моделировать управление — в ускоренном.

Может оказаться, что время, требуемое для нахождения оптимального решения, превосходит предельно допустимое для исполнения управляющего вмешательства. Тогда сама возможность найти

оптимальное решение становится ненужной. А управлять-то необходимо! Это и требует выработки еще одного способа управления.

Оформим специальными терминами ситуацию, с которой мы столкнулись. Систему, для нахождения оптимального воздействия на которую достаточно информационного ресурса (модель адекватна), но недостаточно времени, будем называть *большой* системой, в противном случае — *малой*.

В качестве примера можно привести положение с советской экономикой, когда межотраслевой баланс подводился с задержкой в три-четыре года. Считалось, что это — одна из основных причин низкой эффективности управления экономикой страны.

Другой пример дал в свое время ВЦ новосибирского Академгородка, который реализовал очень развитую многокомпонентную модель для точного предсказания погоды на сутки вперед, но мощность тогдашнего ВЦ позволяла получить прогноз лишь через несколько суток.

Ясно, что причиной того, что система оказывается большой, является не сама величина, громоздкость системы, а недостаточная скорость перебора и сравнения на модели вариантов управления, т.е. дефицит времени.

Поэтому первый, самый эффективный способ управления большой системой — превратить ее в малую, ускорив процесс моделирования. Например, заменив моделирующий компьютер более быстродействующим, распараллеливая алгоритм оптимизации, делегируя свои полномочия помощникам и т.д.

Но такой способ может натолкнуться на непреодолимые трудности (например, не существует более мощных машин, не оказалось подходящих кадров, не хватает финансов и т.д.). Поэтому в реальной практике часто употребляется другой, менее эффективный по качеству управления, но своевременно дающий результат. Не самое лучшее, но своевременное решение лучше, чем никакое или запоздалое. Приходится отказываться от ожидания получения оптимального варианта и принимать первый получившийся удовлетворительный. Часто для получения слабого, но быстрого решения идут на различные упрощения модели (сокращение размерности, линеаризация и другие упрощающие аппроксимации, округление точных чисел и т.д.). Это вынужденные выходы из затруднительного положения для руководителя, действующего при дефиците времени. Иногда, правда, за этим скрывается неумение работать лучше...

Седьмой тип управления. Кроме первого типа управления, когда все нужное для реализации цели налицо, остальные рассмотрен-

ные типы управления связаны с преодолением факторов, мешающих достичь цель: нехватка информации об объекте управления (второй тип), сторонние мелкие помехи, слегка отклоняющие систему от целевой траектории (третий тип), несоответствие между эмерджентными свойствами системы и поставленной целью (четвертый тип), нехватка материальных ресурсов, делающая цель недостижимой и требующая ее замены (пятый тип), дефицит времени для поиска наилучшего решения (шестой тип).

Но в реальной жизни встречается еще одна ситуация — когда управлять текущими событиями приходится, но *конечная цель непостижима, неизвестна*.

Как же управлять, если отказаться от возможности объективно конкретизировать конечную цель? Так мы выходим на седьмой тип управления — *управление при отсутствии информации о конечной цели*.

Из определения цели, принятого нами в главе 2, логично вытекает, что при неопределенности конечной цели следует неопределенность и траектории движения к ней. А ведь управляющие воздействия при любом типе управления направлены на то, чтобы двигаться по этой траектории с максимально достижимой близостью к ней. Это стремление в данной ситуации можно реализовать по крайней мере двумя способами.

Первый способ состоит в том, чтобы дать субъективное, априорное определение конечной цели, а дальше действовать по предыдущим схемам.

Наглядный (но не единственный) пример этого дает нам управление крупными социальными системами. В чем смысл жизни? Какова цель социального развития? Готовые ответы этому дает идеология. Однако эти ответы являются лишь гипотезами. Разные сообщества придерживаются разных идеологий, субъективно отдавая предпочтение тому или иному идеалу. История уже показала нежизненность некоторых из них (рабовладельческий и феодальный строй), вскрыла острые недостатки других (тиранические, диктаторские режимы), утопичность третьих. Мы являемся свидетелями происходящего склонения общества к идеалам демократии. Но и в демократической идеологии некоторые основополагающие цели противоречивы. Например, идеи равенства и свободы несовместимы: при равенстве невозможна свобода, при свободе невозможно равенство. Попытка французской революции соединить их с помощью «братства» выглядит наивной или во всяком случае неконструктивной. Прикладной системный анализ предлагает в этом случае еще один идеал — равноправность и равноценность каждого индивида

и улучшающее вмешательство как способ реализации этого идеала (см. гл. 1).

Интересным вариантом реализации демократического идеала (принятие решения большинством) является двухпартийная система. Одна из партий отдает приоритет свободе, другая — равенству. Оба идеала привлекательны, но несовместимы. Общество избирает «социалистов», т.е. начинает реализовывать равенство (в частности, проводит национализацию крупных отраслей экономики). Но процесс уравнивания неизбежно сковывает инициативу субъектов, и развитие общества замедляется. Когда это становится очевидным и нежелательным, общество избирает «либералов», которые начинают приватизацию и развязывают личную инициативу через свободу и частную собственность. Происходит развитие экономики, но усиливается неравенство между богатыми и бедными слоями общества. Это вызывает нарастание напряженности в обществе, усиление ощущения «несправедливости». Тут-то и появляется возможность избрать во власть партию, проповедующую равенство. Конкретный пример — Англия с ее лейбористами и тори.

Тот факт, что это — проявление какой-то более общей системной закономерности, дает пример оптимизации гладкости траектории тяжелого транспортного самолета ТУ-154, исследованной томским профессором Ю.И. Параевым. Закрылки самолета можно поставить в любое положение между двумя крайними. Оказалось (это строгий математический результат!), что оптимальное управление такой инерционной системой, как самолет, состоит в переключении закрылок из одного крайнего положения в другое — в правильно выбранные моменты времени. Никаких промежуточных положений! Явно просматривается аналогия с двухпартийной системой. Может быть, поэтому в мире происходит дрейф многопартийных систем в сторону двухпартийности?

И все же давайте признаем, что любая социальная идеология, утверждающая свое видение конечной цели, на самом деле предлагает гипотезу, истинность которой является вопросом веры в нее и последующей проверки на практике.

Имеется, однако, другой подход к управлению при невозможности явно определить конечную цель, но есть надежда, что она все-таки существует. Если это так, то должна существовать и траектория продвижения к ней. Она тоже неизвестна, но можно пытаться исследовать ближайшую окрестность вокруг текущего состояния и определить наиболее предпочтительное направление следующего шага в пределах этой окрестности. Затем сделать этот шаг и действовать в дальнейшем так же.

Такой способ реализуется в действительности в самых различных областях.

В биологии он называется эволюцией и естественным отбором. В теории менеджмента (понимаемого широко) он называется инкрементализмом (внесение небольших, но обязательно улучшающих изменений). В математической теории оптимизации предложено несколько способов поиска экстремума функции нескольких переменных (покоординатные шаги типа метода Гаусса — Зейделя, случайный поиск, метод наискорейшего спуска по градиенту и т.п.). В социальных системах можно упомянуть раскритикованного марксистами Каутского с его лозунгом «Цель — ничто, движение к ней — все».

Конечно, на этом пути успех не гарантирован. Целевая функция, в существовании которой мы уверены, может оказаться многоэкстремальной, и мы можем попасть не в глобальный, а в локальный экстремум (примеры: тупиковые ветви эволюции живых популяций; выбор удовлетворительных, а не оптимальных решений в управлении социальными системами; застревание в локальных экстремумах при математической оптимизации и т.п.).

Складывается впечатление, что единственной абсолютно универсальной целью существования любой системы является само ее существование («смысл жизни — в ней самой»). Только выжив, система может начать преследование каких-то (любых) других целей.

4.4. Выводы

Подведем некоторые итоги.

Во-первых, мы рассмотрели состав и структуру процесса управления, выделив пять его составляющих (объект управления, цель управления, управляющее воздействие, модель системы, субъект управления) и обсудив взаимодействия между ними.

Во-вторых, мы отметили, что после выполнения двух исходных операций (поиск нужного управляющего воздействия на модели системы и исполнение его на системе) реакция системы может быть различной. Это требует специфических действий по управлению в каждом случае, что позволило выделить семь ситуаций с особыми типами управленческого поведения: программное управление, метод проб и ошибок, регулирование, управление по структуре, управление по целям, управление при дефиците времени, управление при отсутствии информации о конечной цели. Для каждого из них подробно описаны алгоритмы управления и пределы их возможностей.

Особое внимание следует уделить введенным нами специальным определениям «сложной системы» и «большой системы». Они

являются предметом гордости томской школы системщиков, поскольку до этого разные авторы употребляли эти термины неоднозначно: то как синонимы, то пользовались лишь одним из них, то придавали им частично перекрывающийся смысл. Четкое разведение этих терминов решило несколько задач.

Первая — указание разных причин возникновения сложных и больших систем позволило предложить разные конкретные способы преодоления трудностей, связанных с ними: для борьбы со сложностью необходима дополнительная информация, для превращения большой системы в малую — ускорение принятия решения.

Вторая — указанные качества системы могут сочетаться во всех четырех возможных вариантах, требуя при этом разных подходов. Нечеткость разделения понятий «сложный» и «большой» может привести к затруднительным ситуациям, как это случилось с академиком В.М. Глушковым, много сделавшим для развития вычислительной техники и внедрения ее в практику народного хозяйства СССР. На всех уровнях он утверждал, что основной причиной уже тогда проявившейся неэффективности тотального планирования экономики является недостаточная мощность парка вычислительных машин. Когда же предсовмина А.Н. Косыгин предложил ему представить заявку на любые типы и количества ЭВМ, чтобы разрешить эту проблему, стало ясно, что только этим проблему не решить, так как советская экономика являлась не только большой, но одновременно и сложной системой.

И еще одно замечание. Приведенная в данной главе классификация типов управления не может быть абсолютной и универсальной (как, впрочем, и всякая классификация). Являясь моделью, она упрощенно описывает разнообразие реальных вариантов управления. В жизни могут встречаться случаи, когда в управлении одной системой используются одновременно или поочередно сочетания разных типов управления. С другой стороны, являясь моделью, данная классификация имеет целевой характер и для других целей могут потребоваться другие классификации. Например, в некоторых случаях различают автоматическое, полуавтоматическое (автоматизированное) и ручное управление; эти типы используются в управлении станками, самолетами, космическими пилотируемыми кораблями и т.д. Другая классификация потребует, чтобы выделить менеджмент среди отличающихся от него типов управления: это не одноцелевое управление, не управление технической системой, не административное управление, не управление со стороны автомата и т.д.

В заключение отметим, что в русском языке слово «управление» имеет очень широкий смысл. Оно включает в себя такие понятия, как администрирование, командование, менеджмент, управление техническим устройством (станком, автомобилем, оружием, ракетой и т.д.). Интересно узнать, что в английском языке есть слова для обозначения конкретных видов управления (government, management, control, administration, guidance, driving, etc.), но общий термин, эквивалентный русскому «управление», отсутствует (ближайший — operation).

Контрольные вопросы и задания

1. Какие пять составляющих обеспечивают выполнение процесса управления?
2. При каких условиях поиск управляющего воздействия на самой системе является неразумным, неприемлемым?
3. Что называется простой системой? В чем причина простоты?
4. Какую систему называют сложной? Какова причина сложности?
5. Опишите алгоритм метода проб и ошибок. Какими особенностями он обладает?
6. Чем отличается метод проб и ошибок от «метода тыка»?
7. Перечислите, какие функции выполняет регулятор.
8. В чем состоит управление по целям? При каких условиях применим этот тип управления?
9. Что такое «большая система»? Каковы варианты управления ею?
10. Придумайте примеры систем, которые были бы одновременно: малой и простой, малой и сложной, большой и простой, большой и сложной.

ЧАСТЬ II

СИСТЕМНАЯ ПРАКТИКА: ТЕХНОЛОГИЯ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

ГЛАВА 5

ЭТАПЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

В соответствии с нашими системными представлениями, изложенными в части I, переход из состояния проблемной ситуации в состояние желаемой конечной цели — решения проблемы — должен осуществляться системно, упорядоченно, путем последовательного выполнения определенных шагов. При этом каждый этап тоже имеет свою структуру из более мелких шагов, которую следует соблюдать достаточно строго — ее нарушение может отрицательно повлиять на качество результата одного этапа и, следовательно, всего процесса в целом. Кроме того, на каждом этапе существуют опасности совершить ошибку или попасть в «ловушку»; необходимо знать о возможности совершения таких неудачных действий и пользоваться приемами для того, чтобы их избежать.

Технология прикладного системного анализа и есть изложение всего этого алгоритма с описанием всех особенностей каждого этапа.

Придя к системному аналитику со своей проблемой, которую не смог решить сам, клиент инициирует процедуру анализа. Аналитик возьмется за работу по решению любой проблемы, но только на определенных условиях. Эти условия абсолютно необходимы (хотя и недостаточны) для успеха. Без их наличия опытные аналитики просто не берутся за работу. Перечислим эти условия, хотя полностью их смысл и необходимость станут понятными позже, после ознакомления с определенными моментами и тонкостями технологии.

Условия успеха системного исследования:

- 1) гарантия доступа к любой необходимой информации (при этом аналитик со своей стороны гарантирует конфиденциальность);
- 2) гарантия личного участия первых лиц организаций — обязательных участников проблемной ситуации (руководителей проблемосодержащих и проблеморазрешающих систем);
- 3) отказ от требования заранее сформулировать необходимый результат («техническое задание»), так как улучшающих вмеша-

тельств много и заранее они неизвестны, тем более — какое будет избрано к осуществлению.

Операции системного анализа. Если клиент согласен на условия контракта, аналитик приступает к первому этапу, выполнив который, начинает второй и так далее до последнего этапа, по окончании которого должно получиться реализованное улучшающее вмешательство (рис. 5.1).

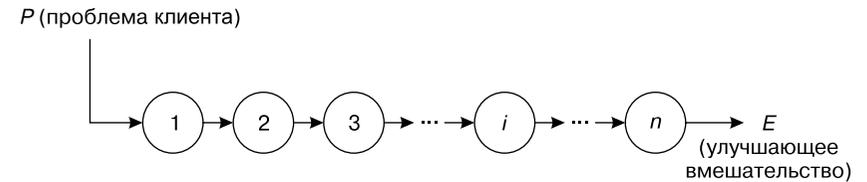


Рис. 5.1

Из свойств модели состава мы знаем, что целое можно делить на части по-разному (3-е свойство систем), поэтому разные авторы предлагают описания из разного числа этапов: описания можно укрупнять и дробить. Например, путь от постановки проблемы до ее решения можно делить на два этапа: исследование и разрешение. Каждый из них можно поделить еще на два этапа: обследование и диагностика, планирование и осуществление плана. И так далее, в полном соответствии с методом *анализа* (см. главу 3). Мы предпочитаем представлять алгоритм системного анализа дюжиной этапов. Схема изложения каждого этапа стандартна: задается его вход; описывается, что и какого качества должно получиться на выходе; указывается, какие действия и как должны быть выполнены; обращается внимание на возможные трудности, ошибки, «ловушки» и даются советы по их преодолению.

Было бы неправильно думать, что последовательное линейное прохождение всех этапов всегда приведет к желаемому решению. Так бывает только тогда, когда исполнитель заранее знает полное решение проблемы клиента. Например, когда учитель ведет занятия с учеником, обучая его сложению дробей, объясняя ему каждый шаг в этом процессе. В практике же прикладного системного анализа конечный результат заранее никому не известен, он будет постепенно формироваться в ходе анализа (поэтому системные аналитики отказываются принимать в начале работы от заказчика «техническое задание», в котором определено, что должно получиться в результате его работы; поэтому системные аналитики не соглашаются «обосновывать»

кем-то уже принятые решения; поэтому системного аналитика сравнивают не с доктором, который ставит диагноз и назначает лечение, и даже не с учителем, преподающим то, что он знает, а скорее с руководителем творческого коллектива, взявшегося за новую тему, которая неизвестно чем закончится). В результате на последующих этапах анализа может обнаружиться неполная завершенность или погрешность какого-то из предыдущих этапов; потребуется вернуться к нему и исправить обнаруженный недостаток, вновь проходя уже пройденные этапы. Схема процедуры анализа будет выглядеть, как на рис. 5.2.

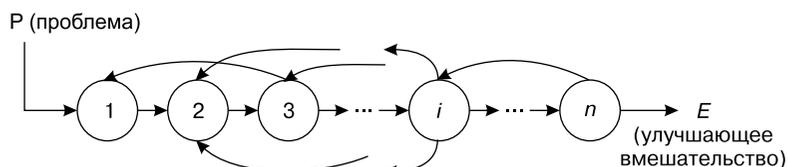


Рис. 5.2

Алгоритм решения конкретной проблемы не будет линейным, будет содержать циклы, возвраты. По сути, это другое представление метода проб и ошибок: решение проблемы есть преодоление сложности (!). Чем сложнее проблема, тем больше возвратов потребуется (их количество можно считать мерой сложности).

Однако в дальнейшем изложении технологии мы будем обсуждать этапы последовательно, один за другим. Реальный же ход работы может совершать челночные траектории, пока не будет достигнуто окончательное решение.

Распространенным заблуждением, главной причиной неудач является мнение, будто для любой проблемной ситуации существует некое простое и единственно правильное решение. Это верно в единственном случае, когда совокупность проблем связана в линейную последовательность, и проблема прочности всей цепи заключается в укреплении самого слабого звена. Но такая ситуация является редким исключением; проблемы образуют систему, эмерджентность которой не позволяет решать какую-то одну проблему в отдельности и требует стремиться к созданию улучшающего вмешательства (см. главу 1).

Наконец, следует подчеркнуть, что и сами операции системного анализа, и конкретный вариант поступательно-возвратного продвижения по схеме рис. 5.2 зависят от используемых парадигм (видения мира, совокупности идей и предположений, из которых мы исходим

в своей деятельности) и метафор (конкретных представлений о рассматриваемой системе). Поэтому дальнейшее изложение этапов, операций системного анализа будем вести с учетом разных вариантов их исполнения.

О различных вариантах решения проблем. Даже самые «жесткие» проблемы иногда имеют отличающиеся варианты решения (например, доказательства математической теоремы). Применительно к «мягким» проблемам это имеет характер правила, а не исключения. Это особенно наглядно и типично для проблем, возникающих при управлении социальными системами, с их разнообразием, сложностью и слабо предсказуемой изменчивостью.

В ответ на потребности менеджеров в конкретных практических методах управления в условиях сложности управляемой системы и турбулентности среды возникло довольно много методик, рекламируемых как панацеи от всех управленческих бед. Вот лишь некоторые из них (в алфавитном порядке):

- анализ добавленной стоимости (value chain analysis);
- базовые компетенции (core competencies);
- балансировый учет (balanced scorecard);
- всеобщее управление качеством (total quality management);
- непрерывное совершенствование (continuous improvement);
- оптимизация штатной численности (downsizing — rightsizing);
- ориентация на пользователя (customer focus);
- планирование в форме сценариев (scenario planning);
- реинжиниринг бизнес-процессов (process re-engineering);
- самообучение организации (learning organizations);
- управление знаниями (knowledge management);
- установление критериев и стандартов (benchmarking).

Практика использования таких методик показывает, что они редко дают желаемое улучшение. Причин частых неудач каждый раз может быть несколько, но есть одна, фундаментальная, общая для всех панацей: *неумение видеть целостность системы*, сосредоточение внимания на отдельных ее частях, неучет главной особенности систем — эмерджентности, синергии. Современный прикладной системный анализ предлагает холистический и креативный подход, который состоит в сосредоточении внимания на двух «системообразующих» факторах: 1) целостность, эмерджентность системы (недопустимость отдельного рассмотрения любой части, когда целью является улучшение всей системы в целом); 2) вхождение системы как части в большие, объединяющие ее системы, и взаимосвязанность системы с другими системами в окружающей среде (необходимость учета целостности охватыва-

ющей метасистемы; рассмотрение проблемной ситуации с нескольких разных точек зрения).

5.1. Этап первый. Фиксация проблемы

Задача этого этапа — сформулировать проблему и зафиксировать ее документально.

Формулировка проблемы вырабатывается самим клиентом; дело аналитика — выяснить, на что жалуется клиент, чем он недоволен. Это и есть проблема клиента так, как он ее видит. При этом следует стараться не повлиять на его мнение, не исказить его. В беседе лучше не подавать реплик типа «Я согласен (не согласен) с вами», а «Я вас слушаю». (Кстати, этого правила нужно придерживаться и при интервьюировании на последующих этапах: ведь нам требуется информация не от аналитика, а от тех, с кем он беседует.)

Самой грубой ошибкой на этом этапе было бы тут же заняться решением поставленной проблемы. Этого нельзя делать по ряду причин.

1. Клиент обратился за помощью потому, что он не смог решить проблему самостоятельно: ситуация для него оказалась сложной. Следовательно, его модель ситуации неадекватна, а сообщить о ситуации он может только то, что он сам знает, что входит в его модель. Поэтому попытка решить проблему сразу, только с этой информацией заранее обречена на неудачу. По сути дела, последующие этапы и предназначены для сбора информации, недостающей для обеспечения адекватности модели.

2. Впоследствии станет ясно, в том числе и самому клиенту, что первоначальное определение его проблемы является неточным, или неполным, или даже неверным. Слишком часто клиент сам диагностирует свою проблему и слишком часто при этом ошибается. Часто симптомы принимаются за проблему.

Например, когда пациент является к врачу с жалобой на боли в левой руке, врач фиксирует анамнез, но не станет сразу лечить руку, а направит больного на кардиограмму: возможно, это иррадиация болезненности сердца.

Другой пример. Фирма жаловалась на то, что производственные цеха не успевают изготавливать запчасти по заказу клиентов, а оказалось, что основная задержка — в излишне долгой предварительной канцелярской обработке заказов.

3. В ходе исследования может оказаться, что для устранения проблемы клиента нужно решить вовсе не его, а чью-то еще, совсем другую проблему.

Например, служащие крупной организации жаловались на долгое ожидание лифтов в их многоэтажном здании. Технические службы предложили следующие варианты: а) построить дополнительные лифты; б) установить скоростные лифты вместо старых медленных; в) создать единое диспетчерское управление лифтами. Психолог предложил повесить в предлифтовых холлах большие зеркала. Вариант оказался самым дешевым и очень эффективным: женщины занялись прихорашиванием, мужчины незаметно подглядывали за ними, и жалобы прекратились.

Другие примеры: для решения ряда проблем студентов надо сначала решить проблемы преподавателей; чтобы решить проблемы пациентов, нужно решить проблемы медперсонала.

Таким образом, фиксация проблемы клиента является лишь отправной точкой, началом системного исследования, а не готовой формулировкой проблемы, подлежащей немедленному решению.

Что касается самой фиксации проблемы, то необходимо заметить, что документальное оформление работ, сделанных не только на этом, но и на последующих этапах, необходимо в связи с изъянами человеческой памяти, нарастанием объемов информации по ходу работы, изменениями окружающей обстановки со временем и т.д.

Контрольные вопросы

1. Почему необходимо документально зафиксировать проблему клиента?
2. Почему не следует приступать к решению проблемы сразу после ее фиксации?

5.2. Этап второй. Диагностика проблемы

Какой из способов решения проблем применить для решения данной проблемы, зависит от того, выберем ли мы воздействие на самого недовольного субъекта или вмешательство в реальность, которой он недоволен (возможны случаи, когда целесообразно сочетание обоих воздействий). Задача данного этапа и состоит в том, чтобы поставить диагноз — определить, к какому типу относится проблема.

Иногда решение этого вопроса лежит на поверхности (как в случае с буйно помешанным, которого надо лечить; или с аварией, которую надо устранить; или с конфликтной личностью в коллективе, от которой стараются избавиться). Но часто диагностика

проблемы является непростым делом. Ошибка в диагнозе приведет к неверным действиям и принесет лишь вред. Хотя при нашем старании осуществить улучшающее вмешательство этот вред будет снижен.

Постановка диагноза — сложное дело. Поскольку трудно дать какие-то общие теоретические рекомендации по выполнению этого этапа, диагностика оказывается более искусством, чем наукой, в ней большую роль играют интуиция, опыт и везение. И все же есть подсказки, как это делать.

Например, английский философ Дж. Милл советует: «Ищи то, что является общим для каждой неудачи и что никогда не появляется в случае успеха». В каких-то случаях этот совет может помочь.

Контрольное задание

1. Попробуйте сформулировать соображения, которые помогли бы вам сделать выбор между тем, нужно ли воздействовать на субъект или надо вмешиваться в саму проблемную ситуацию.

5.3. Этап третий. Составление списка стейкхолдеров

Нашей конечной целью является осуществление улучшающего вмешательства. Каждый этап должен на шаг приблизить нас к нему, но надо специально заботиться, чтобы этот шаг был именно в нужную, а не в другую сторону.

Для того чтобы впоследствии учесть интересы всех участников проблемной ситуации (а именно на этом основано понятие улучшающего вмешательства), необходимо сначала узнать, кто же вовлечен в проблемную ситуацию, составить их список. При этом важно не пропустить никого: ведь невозможно учесть интересы того, кто нам неизвестен, а неучет кого-либо грозит тем, что наше вмешательство не будет улучшающим. Таким образом, список участников проблемной ситуации должен быть *полным*.

К сожалению, поставленная задача невыполнима. Из-за открытости всех систем все в мире взаимосвязано (следствие второго свойства системы), и, значит в проблемной ситуации так или иначе участвует вся Вселенная (рис. 5.4), переписать бесконечное число ее частей — невыполнимое дело. Выход состоит в том, чтобы описать бесконечное разнообразие Вселенной упрощенно, — конечно, через модель *классификации*. И в самом деле, хотя действительно все в мире связано с нашей проблемной ситуацией, но связано в разной мере: одни находятся вблизи нее, другие — вдалеке; одни тесно, сильно, прямо, непосредственно связаны с нею, другие — слабо, опосредо-

ванно, косвенно. Прямые участники в силу их связанности с косвенными обладают информацией о последних и так или иначе представляют их в ситуации. Это позволяет всю Вселенную разбить на два класса: в первый класс отнесем только непосредственных участников ситуации, во второй — всех остальных (рис. 5.5), и ограничимся теперь учетом только попавших в первый класс. Так в определенной ограниченной окрестности проблемной ситуации оказывается теперь конечное число элементов, и их перепись становится реальным делом. Но требование полноты списка («поголовной переписи») остается и даже ужесточается.

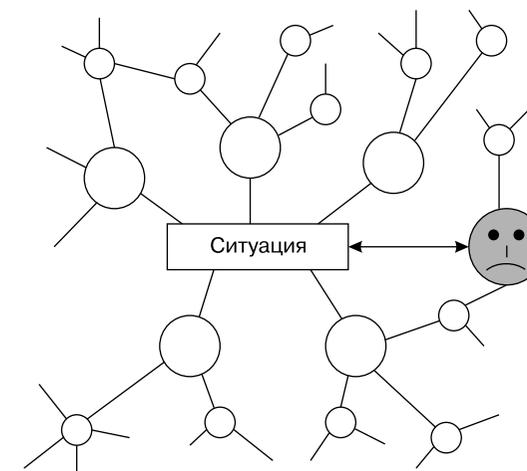


Рис. 5.4

В соответствии с канонами классификации, описанными в главе 3, каждому классу должно быть присвоено имя, которое будут носить все его члены. Впервые это было сделано в английском языке. Была использована аналогия рис. 5.5 с ситуацией на ипподроме: на прямоугольном поле происходят скачки, а пришедшие на них зрители делают ставки в тотализаторе на любившихся им лошадей. Ситуация одна, интересы разные — полная аналогия с любой другой проблемной ситуацией. Игроки в тотализатор называются *stakeholders* («держатели ставок»). Было предложено таким же термином обозначать всех «непосредственных» участников любой проблемной ситуации. Термин прижился, пополнив профессиональный язык системных аналитиков. При переводе его на русский язык разные авторы предлагали разные

варианты (например, «акционеры», «заинтересованные стороны»), но каждый из них был неточным (у акционеров совпадающие интересы; среди участников могут быть и незаинтересованные стороны). Поэтому в конце концов остановились на прямом заимствовании иностранного термина — всех прямых, непосредственных участников проблемной ситуации будем называть одним словом «стейкхолдеры». Это всего лишь еще один профессиональный термин иностранного происхождения, каких немало в русском языке.

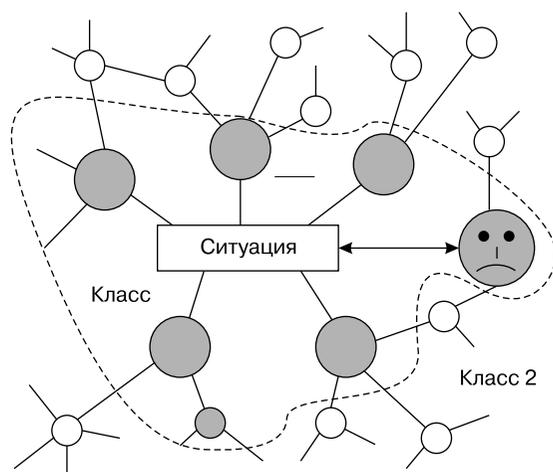


Рис. 5.5

Трудности составления списка стейкхолдеров. Итак, перед нами задача составления полного списка стейкхолдеров нашей проблемной ситуации. В принципе, задача выполнима: число стейкхолдеров конечно. Но на практике эта задача трудная.

Главная трудность связана с оценочностью (а следовательно, с субъективностью) характеристик принадлежности к классу стейкхолдеров. Кого еще считать «близким», «непосредственно связанным», а кого уже нет? Граница между прямым и косвенным участием должна быть проведена, но она относительна. Например, семья проигравшего в тотализатор крупную сумму — непосредственный или косвенный участник? Или более важный пример: список стейкхолдеров для следователя — это список вызываемых на допрос. Оказывается, кроме преступников и прямых свидетелей преступления, в этот список, для повышения надежности информации, приходит-

ся включать и косвенных свидетелей: последние ничего не знают о самом преступлении, но зато многое знают о его участниках и прямых свидетелях.

Аналогичные проблемы возникают при экономическом анализе положения фирмы на рынке (кого из необъятной среды внести в стейкхолдеры?), при проектировании технического устройства (кто так или иначе будет иметь с ним дело — в его производстве, эксплуатации, торговле, сервисе, утилизации и т.д.?).

Руководящим принципом выделения стейкхолдеров является то, что этот класс является полем, с которого будет собираться информационный урожай обо всей ситуации. Эта информация нужна для построения адекватной модели. Так что к стейкхолдерам причисляются все, кто обладает необходимой информацией.

Однако сама по себе фактическая вовлеченность субъекта в проблемную ситуацию еще не является гарантией обладания необходимой информацией. Участники ситуации могут выявить проблемы, связанные с ней, но для проектирования соответствующих разделов улучшающего вмешательства могут потребоваться более глубокие, специальные знания по конкретному вопросу. В таких случаях придется прибегать к услугам *экспертов*, специалистов по таким вопросам. Какие именно эксперты потребуются, выяснится лишь на пятом этапе, описанном ниже. Но участие пусть некомпетентных, но прямых стейкхолдеров будет необходимым для оценивания и критики описаний и проектов, предлагаемых экспертами, так как только сам стейкхолдер в состоянии определить, соответствуют ли эти описания и проекты его интересам.

Очень разумным советом является предложение включить в команду для оценивания организации как *внешнего* наблюдателя, отлично умеющего выслушивать других и наблюдать самому, так и *внутреннего* наблюдателя с ощутимым опытом работы в системе. При этом рекомендуется внутренних представителей брать из числа работников с двух-трехлетним стажем работы в фирме, чтобы они уже увидели ее недостатки, но не успели свыкнуться с ними.

Подсказки, облегчающие работу. Опыт, накопленный при выполнении этого этапа, может быть оформлен в виде подсказок, эвристик, полезных советов, следуя которым можно повысить полноту списка стейкхолдеров. Приведем несколько таких подсказок, найденных в разных источниках.

1. Список стейкхолдеров есть модель черного ящика для проблемной ситуации. Нас ожидают известные нам по второй главе ошиб-

ки первого, второго и третьего родов и нужно принять любые доступные меры для их предотвращения. Но это непростое дело.

Например, в 1970-х гг., когда обнаружили проблемы в народном хозяйстве СССР, выход виделся в совершенствовании управления, в частности в программно-целевом управлении. Для этого все ведомства строили «деревья целей», на основе которых разрабатывались кратко-, средне- и долгосрочные планы. Например, группа московских экономистов проделала эту работу для Министерства морского флота СССР. За основу они взяли модель черного ящика министерства. Схема-то проста: надо учесть ниже-, выше- и рядом стоящие системы. Вышестоящие системы были очевидны: ЦК КПСС и Совет Министров; в качестве нижестоящих было решено взять флот каботажный и флот дальнего плавания; рядом стоящими системами были названы флоты социалистических и капиталистических государств. По соответствующей методике была составлена целевая программа развития Морфлота. Наступил 1984-й год, и в средствах массовой информации стали появляться сообщения о развале этой системы. Результат не совпал с ожиданиями, — верный признак неадекватности модели. При ближайшем рассмотрении обнаруживаются ошибки второго рода: например, в число стейкхолдеров не попали железнодорожный и речной транспорт. Но главной ошибкой был неучет собственных интересов системы, в результате чего в инфраструктуре остро не хватало жилья, детских, медицинских, культурных учреждений, это привело к уходу из системы квалифицированных кадров, даже капитанов судов. Таковы последствия идеологии, считавшей, что собственные, а тем более личные интересы несущественны, что-то вроде «пережитков капитализма».

Так что подсказка «черный ящик» советует, *что* нужно сделать, а *как* это будет сделано — зависит от аналитика.

2. «Безмолвные стейкхолдеры». Часто в число стейкхолдеров следует включать не только субъектов (индивидов, группы, организации), но и других участников ситуации. В конце 1980-х гг. в Международном институте прикладного системного анализа (Вена, Австрия) под руководством Р. Акоффа состоялся «круглый стол» на тему «Искусство и наука системной практики». Одним из многих результатов этой конференции была замечательная рекомендация о повышении полноты списка стейкхолдеров за счет обязательного включения трех «безмолвных» стейкхолдеров:

1) будущие поколения (их еще нет, но их интересы необходимо учесть, чтобы не создать им проблем нашим вмешательством в сегодняшнюю реальность, как это сделали с нами предыдущие поколения —

долги, исчерпание даже возобновимых ресурсов, проблема атомных и промышленных отходов, кислотные дожди и т.п.);

2) прошлые поколения (их уже нет, но их интересы представлены оставленной нам ими культурой. Вмешательство нельзя признать улучшающим, если оно наносит хоть какой ущерб материальной или духовной культуре);

3) окружающая среда (вмешательство не может считаться улучшающим, если оно вредит среде нашего обитания, живой и неживой природе).

Как именно интересы безмолвных стейкхолдеров вы учтете в своем вмешательстве, зависит от природы проблемы и от того, насколько глубоко разработчики прониклись идеологией улучшающего вмешательства.

3. Мнемоническая подсказка «ПИРС». Чтобы не забыть все элементы некоторого множества, часто используются мнемонические подсказки типа «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан» — о цветах радуги. Достаточно запомнить слово ПИРС, и оно напомнит вам, кого следует включить в список стейкхолдеров, так как составлено из первых букв их наименований (рис. 5.6).

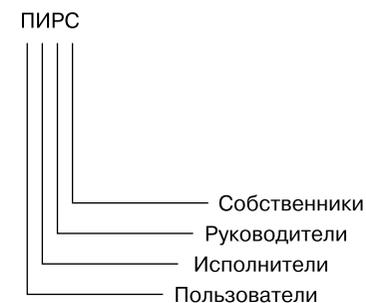


Рис. 5.6

В каждой ситуации есть те, кто в ней что-то получает, покупает, чем-то пользуется. Наше вмешательство может изменить их положение и возможности, а мы обещали осуществить улучшающее вмешательство, не ущемляющее их интересов.

В каждой ситуации есть те, кто работает, выполняя какие-то действия. Наше вмешательство не должно им навредить. Надо внести их в список стейкхолдеров.

В любой ситуации участвуют какие-то организации, предприятия, учреждения. Изменения будут вноситься в интересах одних из

них («проблемосодержащих»), осуществляться за счет ресурсов других («проблеморазрешающих») и как-то сказываться на остальных. Можно не сомневаться, что если наше вмешательство не понравится кому-то из руководителей любой из организаций, он употребит свои влияния, связи, ресурсы, чтобы воспрепятствовать этому. Наша задача — сделать каждого из них союзником либо сочувствующим, на худой конец — нейтральным наблюдателем, но никого — противником. Иначе вмешательство не будет улучшающим.

В любой ситуации присутствуют материальные ресурсы: земля, вода, здания, сооружения, минеральные запасы и т.д. И все они принадлежат кому-то: государству, группам людей, частным лицам. Вмешательство в ситуацию неизбежно коснется интересов кого-то из них, а мы намерены никому не навредить. Следовательно, они должны быть внесены в список.

4. Подсказка европейской комиссии. Еще одна подсказка предложена Европейской комиссией в рекомендациях для планирующих получить на некий проект грант TEMPUS/TACIS. Вот перевод соответствующего раздела.

«Следующие вопросы могут помочь вам определить, кто является стейкхолдером:

- Что вам (составляющим план) нужно знать? Чье мнение и опыт были бы полезны?
- Кто будет принимать решения по проекту?
- Кто предполагается быть исполнителем этих решений?
- Чья активная поддержка существенна для успеха проекта?
- Кто имеет право быть участником проекта?
- Кто может воспринять проект как угрозу?»

Отвечая на эти вопросы применительно к вашей ситуации, вы введете в число стейкхолдеров: а) нужных вам участников ситуации как экспертов, б) представителей проблеморазрешающих систем, в) то же от проблемосодержащих систем, г) кого желательно иметь помощником или союзником при осуществлении проекта, д) субъектов, юридически связанных с ситуацией, е) тех, на кого неосторожное (неулучшающее) вмешательство может повлиять отрицательно.

Использование любой или всех из приведенных подсказок повысит полноту вашего списка стейкхолдеров, но не гарантирует, что он получится исчерпывающим. Возможно, впоследствии, на более поздних этапах обнаружится, что кто-то существенный все-таки пропущен, и придется вернуться к этому этапу и пополнить список.

Контрольные вопросы

1. Кто такие «стейкхолдеры»?
2. Значит ли то, что в дальнейшем мы будем учитывать интересы только «стейкхолдеров», т.е. что интересы «нестейкхолдеров» вообще никак не будут учтены?
3. Запомнили ли вы подсказки, способствующие составлению более полного списка «стейкхолдеров»?

5.4. Этап четвертый. Выявление проблемного месива

Стейкхолдеры имеют интересы, которые нам предстоит учесть. Но для этого их необходимо знать. Пока же мы имеем лишь список обладателей интересов. Первая порция информации, которую необходимо получить о стейкхолдере, — это его собственная оценка ситуации, проблемной для нашего клиента. Она может быть разной: у кого-то из стейкхолдеров могут быть свои проблемы (оценка отрицательна), кто-то вполне удовлетворен (оценка положительная), другие могут нейтрально относиться к реальности. Так прояснится «выражение лица» каждого стейкхолдера (рис. 5.7). По сути, мы должны выполнить работу, которую делали на первом этапе с клиентом, но теперь с каждым стейкхолдером в отдельности.

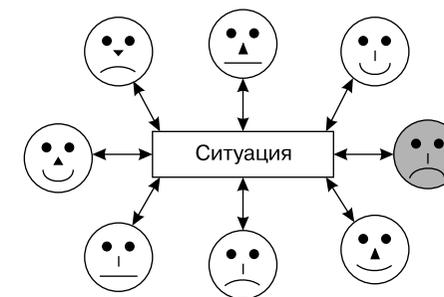


Рис. 5.7

Полученный перечень субъективных оценок существующей реальности (которая для клиента является проблемной) Р. Акофф предложил называть проблемным месивом (mess). Хотя этот термин имеет легкий жаргонный оттенок (из-за чего некоторые авторы предпочитают называть его более сухо — «проблематикой»), он удачно подчеркивает очень существенный, принципиально важный момент: входящие в него суждения не являются независимыми, они переплетены, взаимосвязаны (как суждения об одном и том же). Это

означает, что они образуют целостную систему, со всеми вытекающими отсюда последствиями.

В данном случае главным следствием является такое свойство, как неделимость на части (десятое свойство системы). Отсюда очевидной становится не то чтобы недопустимость (к сожалению, не всегда удается удержать кого-то от совершения глупости), но нежелательность, неправильность решения какой-то одной, пусть и очень важной проблемы в отрыве от других компонент проблемного месива.

Таким образом, проблема клиента выступает в месиве как его ядро, зародыш, вокруг которого сгруппированы мнения остальных стейкхолдеров. Теперь ясно, что нашей задачей является не решение проблемы клиента как таковой, а работа с проблемным месивом в целом. Этому и служат проектирование и реализация улучшающего вмешательства, решающего проблему клиента с учетом интересов всех стейкхолдеров.

Технологии выявления проблемного месива. Дж. Уорфилд разработал конкретную технологию разработки проблемного месива, успешно применяемую им на практике.

Первый этап его методики, «Метод групповой формулировки» (NTG — Nominal Group Technique), выявляет проблемное месиво путем постановки перед группой стейкхолдеров вопроса: «Какие проблемы вы видите в данной проблемной ситуации?» Каждый из них создает письменную формулировку осознаваемых им проблем, и их распечатки вывешиваются на стену на общее обозрение. Минут через 15–30 генерация идей затухает. Затем проводится обсуждение каждой из них с целью уточнить, что именно имеет в виду автор. Такое обсуждение может занять два-три часа, так как число проблем обычно оказывается от 40 до 160, а обсуждение идет в дискуссионной манере.

Однако практика решения проблем реальной жизни крупных организаций показывает, что выявление их проблемного месива часто не может быть сведено лишь к разовому, однократному интервьюированию стейкхолдеров. Каждый участник проблемной ситуации смотрит на нее со своей локальной позиции и видит лишь одну из ее сторон и лишь те детали этой стороны, которые содержатся в его модели реальности. Этого бывает недостаточно для адекватного описания ситуации. В таких случаях выявление проблемного месива становится тщательным исследованием ситуации, построением подробной, богатой картины, содержащей возможно более пол-

ную информацию о действительных проблемах, связанных с данной ситуацией.

Ограниченность описания субъектом реальности вызвана тем, что он воспринимает реальность только через свои модели. Поэтому увеличения притока нужной информации можно добиться, предлагая субъекту смотреть на ситуацию не с одной (привычной для него) точки зрения, а используя и другие модели.

В технологии системного анализа используются разные способы реализации этого замысла. Например, применялось разделение стейкхолдеров на две группы — сторонников решения проблемы «сверху вниз» и «снизу вверх», т.е. тех, кто предпочитает планировать от глобальной цели, декомпозируя ее до целей нижайшего уровня, и тех, кто старается цели нижайшего уровня последовательно агрегировать до синтеза глобальной цели. Этим группам и предлагается сформулировать предполагаемые проблемы каждого стейкхолдера, а затем в диалектической дискуссии выработать итоговую формулировку проблемного месива.

Другой вариант предложения набора различных представлений об организации (метафор) состоит в следующем¹: на организацию можно смотреть как на «машину», «организм», «мозг», «культуру», «политическую систему», «инструмент подавления», и т.д. Каждая из этих точек зрения высвечивает некоторые особенности, не видные с других позиций, а некоторые аспекты являются общими. Это и позволяет увидеть ограниченность модели, которой мы придерживались вначале, и развернуть более подробно проблемное месиво. В публикациях сообщается о практической полезности и других метафор, например, «организация как непрерывно изменяющаяся система», «как сумасшедший дом», «как карнавал».

Метафора «машина» обращает внимание на назначение (цель) системы, на состав частей, их функции и связи между ними, обычно выражаемые иерархическими структурами. Метафора «организм» описывает систему, исходной целью которой является выживание в условиях турбулентной окружающей среды. Метафора «мозг» выделяет значимость информационных процессов, принятия решений, управления, обучения, коррекции целей. Метафора «культура» фиксируется на учете индивидуальных особенностей работников, их ценностей, личных устремлений; на корпоративной культуре, сплачивающей кол-

¹ См.: Jackson M.C. Systems Thinking: Creative Holism for Managers. John Wiley & Sons Ltd.: University of Hull, UK, 2003.

лектив. Политическая метафора сосредоточивает внимание на взаимоотношениях между людьми в организации, отношениях власти и ответственности, соперничества и сотрудничества, разрешении конфликтов и т. д. Метафоры «инструмент подавления» и «сумасшедший дом» концентрируются на негативных аспектах жизни в организации: ограничение свободы в мыслях и в раскрытии способностей, эксплуатация, преобладание наказаний над поощрениями, дискриминация по каким-то признакам. Каждая метафора сопровождается моделью системы, и выявление проблем осуществляется путем описания рассматриваемой системы в терминах данной модели.

Еще один вариант раскрытия разнообразия подходов к проблемной ситуации в менеджменте — указать на наличие разных парадигм. Словом «парадигма» обозначено видение мира, совокупность идей, предположений, убеждений, которыми человек руководствуется в своих действиях.

Следует подчеркнуть разницу между метафорами и парадигмами. Метафора — это частичное, одностороннее представление об объекте или явлении. Различные метафоры не противоречат, а дополняют друг друга. Приверженцы же различных парадигм считают, что они предлагают наилучший способ описания наблюдаемой «реальности». Поэтому парадигмы несовместимы, и порождаемые ими описания — тоже. Поэтому рекомендации, даваемые менеджеру экспертами, придерживающимися разных парадигм, противоречивы, что вынудит его искать нечто «среднее».

Выделяют четыре парадигмы: функциональную (the functionalist paradigm), объяснительную (the interpretive paradigm), освободительную (the emancipatory paradigm), постмодернистскую (the postmodern paradigm).

«Функциональная» парадигма исходит из того, что с помощью научных методов можно понять, как система действует, выяснив природу частей системы, взаимодействия между ними и между системой и окружающей ее средой. Полученные знания помогут менеджеру улучшить управление организацией. С этой парадигмой обычно связываются метафоры «машина», «организм», «мозг», «изменяющаяся система».

«Объяснительная» парадигма считает, что организации — это социальные системы, создаваемые для достижения субъективных целей, вытекающих из интерпретации обстоятельств, в которых оказался субъект. Организация создается людьми, и люди в ней действуют, — в соответствии со своими интерпретациями реальности. Эта

парадигма направлена на достижение понимания смыслов, которые вносят организации в совместную деятельность, определения совпадающих областей этих смыслов, и тем самым — на создание общей целенаправленной работы. Тем самым менеджеры ориентируются на достижение необходимого уровня общей корпоративной культуры в организации, принятия решений с участием работников, повышение их приверженности организации. С этой парадигмой обычно связаны культуральная и политическая метафоры.

«Освободительная» парадигма нацелена на «освобождение» личностей и групп в организациях и обществе. Она настороженно относится к власти и старается предавать гласности ее методы и конкретные факты подавления и принуждения, которые она считает противозаконными. Она критикует status quo и призывает к радикальным реформам и даже революционному изменению существующего порядка. Она против любых форм дискриминации (по расе, полу, статусу, возрасту и т. д.). С этой парадигмой часто связаны метафоры «инструмент подавления» и «сумасшедший дом».

«Постмодернистская» парадигма находится в оппозиции рационализму всех трех модернистских парадигм. Она считает, что социальные системы настолько сложны, что попытки других парадигм дать им рациональное объяснение бесполезны. В частности, они не могут объяснить аспекты удовольствия, развлечения, эмоциональности в действиях людей в организации. Она настаивает на открытом разрешении конфликтов, свободе выражения противоположных мнений, поощряя вариативность и разнообразие. Этой парадигме соответствует метафора «карнавал».

До сих пор мы говорили о «проблемном месиве» как своего рода «фотографии» текущего состояния отношений стейкхолдеров к существующей ситуации. Однако все происходящее со временем претерпевает изменения, и очень многое зависит от того, что будет происходить в дальнейшем. Поэтому для действительно «системного» решения проблемы необходимо опираться не только на информацию о текущем состоянии («фотографию») — *статическую* модель системы, но и на ее *динамическую* модель («кинофильм»).

Таким образом, формулирование проблемного месива требует выявить совокупность взаимосвязанных угроз и возможностей для организации или учреждения, проблему которых мы взяли решать. Вот эта-то совокупность и является полной картиной («rich picture») проблемной ситуации, *проблемным месивом* («mess»). Она определяет, как организация довела бы себя до краха, если она будет про-

должать действовать так же, как до сих пор, т.е., если она не сможет адаптироваться к изменениям во внутренней и внешней среде, даже если бы она могла точно предсказать ход этих изменений. Тем самым выявляется то, чего организация или учреждение должны избегать любой ценой.

Такой подход к формулированию проблемного месива практически одинаков как для организации, которая уже оказалась в кризисе, так и для той, которая лишь встревожена негативными тенденциями и желает предотвратить назревающий кризис.

Иногда формулирование проблемного месива можно свести к выявлению проблем стейкхолдеров, что можно выполнить по типу мозгового штурма на сессии стейкхолдеров или их представителей. Но при достаточно большой сложности ситуации может потребоваться более детальное ее рассмотрение. Например, Р. Акофф рекомендует делать это в несколько этапов.

1. Выполнение анализа системы. Это — подробное описание того, как организация или учреждение работает в настоящее время. Удобно это представить серией блок-схем, показывающих, как в организации входной материал приобретает и преобразуется, как в ней проходят потоки денег и информации. Эти блок-схемы можно готовить по отдельности, но обычно полезно скомбинировать их в единую схему или изобразить на прозрачных слайдах, при наложении которых друг на друга легко просматриваются их взаимосвязи.

2. Выполнение анализа препятствий. Определите те характеристики и свойства организации, которые мешают ее прогрессу или препятствуют изменениям (например, конфликты или традиции).

3. Определение сценариев (опорных проектов) возможного будущего. Сформулируйте, к чему приведет ход событий, каково будущее организации, если будут отсутствовать изменения в ее существующих планах, программах, политике и практике. Это должно обнажить возможность саморазрушения организации, показать, как препятствия, описанные на этапе 2, помешают произвести необходимые перемены.

Структурирование проблемного месива. Индивидуальные представления стейкхолдеров о проблемной ситуации, зафиксированные в протоколах собеседований с ними, являются исходными *данными*, содержащими сведения о рассматриваемой системе пока еще в неявной форме.

Извлечение сведений выражается в построении все более содержательных моделей (*данные, информация, знания, понимание, мудрость* — см. главу 3).

Первый шаг состоит в сортировке, группировке, классификации данных. Такая первичная обработка дает описание, названное Р. Акоффом *информацией*. Применительно к этапу формирования проблемного месива эта операция приводит к образованию групп проблем при статическом описании проблемного месива и к появлению сценариев (опорных проекций) при динамическом.

Есть технологии, не требующие дальнейшей структуризации проблемного месива (например, идеализированное проектирование). Однако может встретиться ситуация, когда потребуется перейти к учету взаимосвязей между компонентами проблемного месива, т.е. к построению моделей следующего уровня, типа «знание».

Типичным примером этого служит ситуация, когда заведомо ясно, что наличных ресурсов явно недостаточно для решения всех проблем, образующих месиво.

Встают вопросы, каким проблемам отдать предпочтение и как правильно учесть все остальные. Ответ состоит в том, чтобы для разных распределений ресурсов по проблемам месива спроектировать улучшающие вмешательства, а из всех таких вариантов выбрать тот, который дает наибольшее улучшение при заданных ограничениях (т.е. оптимальный). Обычно в числе ограничений, кроме объема ресурсов, значится обязательное улучшение ситуации для клиента, но и при этом может оказаться, что основные ресурсы не обязательно должны направляться на его личную проблему.

Задача распределения ресурсов и определения очередности решения проблем существенно облегчается, если удастся как-то упорядочить проблемное месиво. Это возможно не всегда. Примером, когда это возможно, является планирование целевого проекта, в котором каждый участник должен определить для себя проблемы и выполнить свою роль. В этом случае рекомендуется после выявления проблемного месива заняться построением иерархического дерева проблем, выявляя тем самым причинно-следственные отношения между ними.

Один вариант техники построения дерева проблем можно описать следующим образом. Стейкхолдеры (участники проекта), ознакомившись с проблемным месивом, выписывают, каждый по своему усмотрению, ключевую, фокальную проблему во всем месиве. Каждый руководствуется собственными интересами и своими проблемами. Далее проводится коллективное обсуждение ранжирования проблем, пока участники не придут к согласию, какая же проблема является отправной. Затем берется следующая проблема и сравнивается с первой. Тогда:

- если вторая проблема является причиной, условием для первой, она помещается уровнем ниже;
- если она является следствием первой, она помещается выше;
- если она не является ни следствием, ни причиной, то ставится на тот же уровень.

По этой схеме рассматриваются остальные проблемы. По ходу работы может оказаться целесообразным изменить фокальную проблему, но это не лишает смысла и значимости проведенный анализ.

Например, если фокальной проблемой взята «Недостаточная численность квалифицированных профессионалов такой-то специальности», то ее причина может быть сформулирована как «Недостаточные масштабы и качество высшего образования по данной специальности», а следствием — «Недоукомплектованность и неэффективность государственных и негосударственных предприятий соответствующего профиля».

При наличии дерева проблем вопрос об очередности проблем решается очевидным образом: вышестоящие проблемы не могут быть решены, пока не решены нижестоящие.

Однако случаи, когда проблемы удается выстроить в идеальную древовидную иерархическую структуру, являются редкостью. Из-за всеобщей взаимосвязи в природе (следствие второго свойства системы) даже только существенные связи между компонентами проблемного месива чаще образуют сетевую структуру, в которой взаимные влияния образуют и замкнутые петли обратной связи. Именно это приводит к пониманию, что для сложных проблем не существует простых решений, что любая проблема не имеет единственной причины, хотя среди них есть «более важные» и «менее важные».

В целом же и при недревовидности месива очередность и интенсивность решения проблем должны определяться именно структурой месива, стремлением продвинуть к улучшению все месиво в целом, а не тем, кто из стейкхолдеров настойчивее добивается решения его проблемы.

Дж. Уорфилд предлагает другой подход к структурированию проблемного месива — строить не древовидную, а сетевую структуру¹. Он называет это «построение объяснительной модели» (ISM — Interpretive Structural Modeling).

Для каждой пары проблем задается вопрос: «Усугубляет ли проблема x проблему y ?» Ответ является основой для включения

ребра между x и y в граф и нанесения направленности на ребро. При этом может потребоваться уточнение формулировок x и y . Решение о наличии связи между x и y и ее направленности принимается голосованием по большинству («не знаю» приравнивается к «нет»). В итоге образуется направленный граф, описывающий структуру месива.

Из-за большого числа рассматриваемых пар эта работа может выполняться с помощью компьютерной поддержки (соответствующие программы можно бесплатно скачать с <http://www.gmu.edu/departments/t-iasis>).

Полученный граф можно далее преобразовывать в меньшее число более простых укрупненных структур второго и третьего порядка, группируя проблемы по каким-то признакам. Например, автор рекомендует группировать проблемы по важности. Каждому стейкхолдеру предлагается выбрать из графа пять важнейших проблем и далее работать с полученными пятерками, например, анализируя их перекрываемость.

Конечной целью структурирования является преобразование графа так, чтобы стрелки были направлены слева направо, что выделяет проблемы, которые следует решать в первую очередь, и те, которые можно решать позже. Конечно, остаются сложности в случае появления циклов в графе, которые подлежат отдельному рассмотрению.

Структурирование проблемного месива является подготовительным шагом к последовательному решению совокупности проблем. Однако метод последовательных, непрерывных, мелких улучшений, «непрерывного совершенствования» многими критикуется как полумера, слабо согласованная с изменчивостью среды, не полностью учитывающая эмерджентность системы.

Когда устраняют нежелательное, обычно получают еще более нежелательное. Избавляясь от телевизионной программы путем переключения на другой канал, мы попадаем на программу, которая нравится нам еще меньше. Применение дуста против вредных насекомых наносило вред окружающей среде. Законодательное запрещение алкоголя породило организованную преступность. Заключение в тюрьму часто лишь повышают свою преступную квалификацию. Поэтому избавление от нежелательного часто является лишь уходом от ответственности.

В качестве альтернативы инкременталистскому подходу особого упоминания заслуживает методика «идеализированного проекти-

¹ См.: Warfield J.N. Introduction to Systems Science. Singapore: World Scientific, 2006.

рования» Р. Акоффа¹. Эта методика вообще не требует упорядочения проблемного месива: выявление проблем и их последствий нужно лишь для осознания необходимости перемен. А последующее проектирование перемен исходит из предположения будто существующая (и не удовлетворяющая нас) система «исчезла прошедшей ночью», и работа направлена не на исправление нежелательных особенностей организации, а на проектирование желательных.

Участие стейкхолдеров в анализе. Самым лучшим источником достоверной, точной и полной информации о стейкхолдере является, конечно, он сам. Чтобы узнать, каковы его проблемы, необходимо с ним связаться и побеседовать. Так мы столкнулись с необходимостью вовлечения в процесс анализа самих стейкхолдеров. (Впоследствии выяснится, что это необходимо и для всего дальнейшего процесса, а не только на данном этапе.)

Никто не может лучше них самих выразить их мнение. Но получение информации из первых рук наталкивается на *проблему доступности* стейкхолдера. «Безмолвные» стейкхолдеры по природе своей неконтактны; некоторые участники ситуации не имеют возможности или желания сотрудничать с аналитиком; часть стейкхолдеров может быть не лицом, а группой, да еще многочисленной, а некоторые лично недоступны по географическим или политическим причинам. Но информация о них все равно нужна!

Проблема недоступности решается следующим образом. Все стейкхолдеры делятся на два типа: обязательные и желательные участники анализа.

Сначала следует определить проблемосодержащие и проблеморазрешающие системы среди организаций-стейкхолдеров. С одной проблемосодержащей системой вопрос ясен: это ее представитель обратился к аналитику и будет клиентом. Но может быть, в эту проблему включен еще кто-то? Далее, нужно выделить проблеморазрешающую(-ие) систему(-ы), т.е. тех, за чей счет, с чьей помощью будет реализовываться вмешательство. Часто одна и та же организация является и проблемосодержащей, и проблеморазрешающей (например, мощная фирма), но иногда они разнятся (скажем, школа и гороно, муниципальные и федеральные власти).

Принципиально важно то, чтобы первые лица проблемосодержащей(-их) и проблеморазрешающей(-их) систем являлись *обязательными* участниками системного анализа. Без их участия вся ра-

бота не имеет практического смысла, становится бесперспективной: ведь в их руках ресурсы и полномочия, необходимые для решения проблемы. Именно поэтому гарантия их участия включена обязательным условием в контракт и при непринятии этого условия аналитик не берется за работу.

Остальные стейкхолдеры являются *желательными* участниками. То есть лучше всего, если их удастся включить в коллективный процесс системного анализа. Но если с кем-то это почему-либо не удастся, то существует возможность получить нужную информацию о нем и без его личного участия. Эта возможность основана на следствии из второго свойства системы — всеобщей взаимосвязи в природе. Между аналитиком и недоступным стейкхолдером существует цепочка субъектов. Будучи связанными, они содержат информацию друг о друге, тем большую, чем они ближе друг к другу. Поэтому мы можем попытаться в стремлении добыть информацию о недоступном стейкхолдере войти в контакт с ближайшим к нему доступным членом цепочки и «выпытывать» нужные нам сведения из последнего. Это, конечно, менее надежный, чем сам стейкхолдер, источник информации о нем, но у нас нет лучшей возможности. Самое последнее дело — аналитику самому выражать мнение стейкхолдера: ведь он в этой цепи наиболее отдаленное звено. Это допустимо только при условии, если все остальные в цепи недоступны.

Задача найти достаточно осведомленного представителя недоступного стейкхолдера не так сложна, как кажется. Наверное, каждому приходилось, разговорившись с незнакомым человеком, обнаружить, что вы имеете общих знакомых. Было даже проведено научное исследование этого вопроса учеными Калифорнийского университета. Целевой персоной была определена студентка этого университета. Затем из списка избирателей самого отдаленного от Калифорнии штата Пенсильвания случайным образом было отобрано сто человек, давших согласие участвовать в эксперименте. Каждому из них было вручено письмо на имя девушки, но отослать его прямо ей можно было лишь при условии, что тот ее знает лично. Если нет — письмо следовало отправить кому-либо из своих личных знакомых на том же условии. Почта США предоставляет услугу переписки через посредников, так что письма в конце концов достигли адресата. По числу штемпелей определялась длина конкретной цепочки. Оказалось, для того, чтобы два незнакомых человека из двухсот миллионов связались по цепи знающих друг друга людей, нужно совсем немного звеньев. Самая

¹ См.: Акофф Р., Магидсон Дж., Эддисон Г. Дж. Идеализированное проектирование / пер. с англ. Ф.П. Тарасенко. Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2007.

короткая цепочка была 2 (фермер — его друг детства конгрессмен в Вашингтоне — знакомый конгрессмену профессор того университета), самая длинная — 11, а средняя длина — 4,5. Не следует удивляться: при среднем числе знакомых, равном 100, сеть цепей в 4 человека накроет сто миллионов индивидов.

Итак, в случае недоступности стейкхолдера надо найти как можно более лучшего его представителя и вовлечь его в коллектив, работающий над решением проблемы. В частности, представителями «безмолвных» стейкхолдеров могут быть эксперты, ученые, руководители соответствующих административных органов, общественных организаций — соответствующих профилей.

Осталось сказать, что если стейкхолдером является группа людей (студенчество города, пенсионеры, предприниматели и т.д.), то либо пытаются привлечь компетентного представителя группы (из числа ее лидеров), либо прибегают к методам прикладной социологии и статистики (для выяснения общественного мнения).

Итак, будем считать, что подобранная, проинструктированная и вдохновленная системным аналитиком группа стейкхолдеров (или их компетентных представителей) сформулировала проблемное мессиво и по возможности структурировала его.

Контрольные вопросы

1. Что называется «проблемным мессивом»?
2. Что является динамическим вариантом проблемного мессива?
3. Почему не следует решать проблему клиента в отрыве от проблемного мессива?
4. Что значит «работать с проблемным мессивом как с целым»?
5. Как решаются трудности, возникающие при недоступности части стейкхолдеров?

5.5. Этап пятый. Определение конфигуратора

Необходимым условием успешного решения проблемы является наличие адекватной модели проблемной ситуации, с ее помощью можно будет испытывать и сравнивать варианты предполагаемых действий. Эта модель (или совокупность моделей) неизбежно должна строиться средствами некоторого языка (или языков). Встает вопрос о том, сколько и какие именно языки нужны для работы над данной проблемой и как их выбирать.

Например, если произошло дорожно-транспортное происшествие, то для разрешения возникшей проблемы могут потребоваться

языки: правовой (кто за что отвечает), медицинский (состояние участников ДТП до и после), технический (состояние дороги и техники), административный (организация ликвидации всех последствий), экономический (финансовое обеспечение) и т.д.

Важно подчеркнуть, что проблемы реальной жизни не бывают однодисциплинарными, т.е. описываемыми на языке какой-нибудь одной специальности. Однодисциплинарными могут быть только учебные задачи, да и то не всегда (например, физические задачи требуют знания не только физики, но и математики).

Конфигуратором называется минимальный набор профессиональных языков, позволяющий дать полное (адекватное) описание проблемной ситуации и ее преобразований.

Вся работа в ходе решения проблемы будет происходить на языках конфигуратора. И только на них. Определение конфигуратора является задачей данного этапа. Подчеркнем, что конфигуратор — это не искусственное изобретение системных аналитиков, придуманное для облегчения их работы.

С одной стороны, конфигуратор определяется природой проблемы. Возьмем, например, геометрический случай. Пусть имеется прямая, на которой помечена точка (рис. 5.8, а). Требуется описать, где она находится. Для этого нужен язык, на котором мы это скажем. Элементами языка являются определенная точка начала отсчета 0 и единичный интервал (рис. 5.8, б). Введя грамматику и синтаксис (операции откладывания единичных интервалов и работы с ними), мы можем сказать, что интересующая нас точка лежит в пятом единичном интервале (рис. 5.8, в). При необходимости более точного высказывания вводятся доли единичного интервала. Таким образом, наш конфигуратор для данной проблемы состоит из одного языка. Если потребуется описать положение точки на плоскости, придется построить конфигуратор из двух языков, для объемной задачи — из трех.

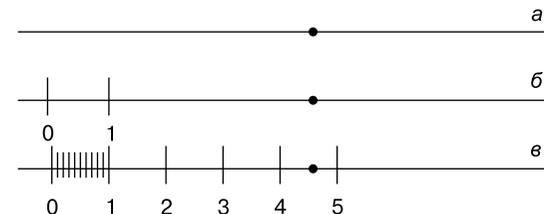


Рис. 5.8

С другой стороны, конфигуратор можно рассматривать и как еще одно свойство систем, как средство, с помощью которого система решает свою проблему. Например, два глаза и два уха даны нам как материальные носители конфигуратора для определения на плоскости местоположения источника света или звука. Третий язык — для решения объемных задач — возможность поворота головы и соответственно изменения ориентации плоскости определения. Стрекоза, в отличие от летучей мыши, при погоне за мошками лишена возможности вращать головой, и природа встроила ей на «лбу» треугольник с малыми глазками в его углах.

Вернемся к нашей главной задаче — определить конфигуратор нашей проблемной ситуации. Практики часто руководствуются интуицией, здравым смыслом, опытом, советами экспертов. Как всякое субъективное решение, оно может оказаться верным, но может содержать и ошибки. Между тем объективная, не зависящая от чьих-то мнений информация для построения конфигуратора нашей проблемы у нас уже имеется. Правда, в неявной форме — она содержится в протоколах бесед со стейкхолдерами о проблемной ситуации. Дело в том, что каждый из них говорил только о том, что он считает важным, т.е. говорил на языках своего конфигуратора для данной ситуации. Поэтому у нас есть возможность «вычислить» его конфигуратор, анализируя его текст из проблемного месива, но не на предмет того, о чем он говорил, а того, на каких языках он говорил. Кто-то обращал внимание на финансовые аспекты, обсуждал проблемы здоровья. В его конфигураторе — экономический и медицинский языки. Другой упоминал правовые вопросы и отношения с другими людьми — юридический язык и язык психологии входят в его конфигуратор. И так с каждым стейкхолдером. В итоге мы будем иметь набор конфигураторов всех стейкхолдеров. Конфигуратор ситуации в целом есть их объединение. В него может входить несколько, а может и много языков. Может быть язык, на котором говорят все, на другом — большинство, на третьем — меньшинство, а то и вовсе только один стейкхолдер. Нам предстоит их все использовать; нельзя выбросить ни один язык, иначе соответствующий аспект не будет учтен, что не позволит претендовать на улучшающее вмешательство. Конечно, было бы неразумно для всех стейкхолдеров строить модели на всех языках. Просто при проектировании улучшающего вмешательства нужно кроить его индивидуально — для каждого стейкхолдера строить и использовать модели только на языках *его* конфигуратора.

Наглядным примером этого служит история с включением в состав экипажа Международной космической станции космонавта из Малайзии. Отлично подготовленный к космическому полету молодой астронавт оказался мусульманином, что потребовало включения в его конфигуратор языка исламской культуры. Она предписывает правоверному мусульманину молиться пять раз в сутки. Возник вопрос, как часто и в какие моменты он должен совершать молитву, если МКС обращается вокруг Земли 18 раз в сутки? Далее, молитву полагают совершать лицом в сторону Мекки. Пришлось составить специальную программу, чтобы компьютер определял направление на Мекку в нужный момент времени. Наконец, иерархам исламской церкви пришлось позволить космонавту после туалета пользоваться бумажками, так как в условиях невесомости мусульманский обычай подмывания водой неосуществим.

Подчеркнем, что конфигуратор может помочь в решении вопроса о том, каких сторонних специалистов следует привлечь к решению нашей проблемы: тех, на чьих профессиональных языках из конфигуратора сами стейкхолдеры и сам аналитик говорят недостаточно профессионально для наших целей. Тогда и потребуются внешние эксперты.

Необходимость привлечения сведений из различных областей знания порождает серьезную трудность в практике системного анализа: приходится пользоваться языками конфигуратора, которые понятны не всем участникам разработки улучшающего вмешательства. Ситуация становится похожей на библейскую притчу о строительстве вавилонской башни, которое сорвалось из-за того, что строители разговаривали на разных языках.

Проблема общения всех членов группы может решаться по-разному. Например, в комплексную научно-техническую группу, разрабатывавшую АСУ хозяйством Томской области, входили экономисты, кибернетики, инженеры, юристы, философы, программисты, руководители-администраторы, и было затрачено около года горячих дискуссий о сути проекта, пока члены группы не выработали что-то вроде общего языка и начали понимать друг друга. Такой общий язык основан на совместном использовании разных представлений информации: словесном, графическом, математическом, табличном, и т.д. Важную роль при этом играло четкое, явное подчеркивание, какие именно модели рассматриваются в данный момент, статические или динамические, проводится аналитическое или синтетическое рассмотрение вопроса.

Контрольные вопросы

1. Почему необходимо определить конфигуратор?
2. Как можно определить конфигуратор отдельного стейкхолдера?
3. Как работать с конфигураторами разных стейкхолдеров при проектировании улучшающего вмешательства?

5.6. Этап шестой. Целевыявление

Стремясь к реализации улучшающего вмешательства, мы должны обеспечить, чтобы никто из стейкхолдеров не расценил его отрицательно. Люди дают положительную оценку изменению, если оно приближает их к цели, и отрицательную, если отдаляет от нее. Следовательно, для проектирования вмешательства необходимо знать цели всех стейкхолдеров. Конечно, главный источник информации — сам стейкхолдер.

Мы снова пришли к необходимости провести собеседование с каждым стейкхолдером. Работа будет похожа на то, что мы делали, выясняя их отношение к существующей ситуации, только теперь мы будем спрашивать их о том, чего бы они хотели. В результате будем иметь то, что по аналогии с проблемным месивом можно назвать *целевым месивом*. Знание его позволит спроектировать улучшающее вмешательство. Поясним это схемой на рис. 5.9. Пусть ситуация характеризуется двумя параметрами — q_1 и q_2 . Тогда оценка ситуации стейкхолдером обозначится на схеме точкой. Проблемное месиво изображено группой точек в левом нижнем углу схемы, целевое — в правом верхнем. Теперь ясно, что любое продвижение (изменение ситуации) по траектории, приближающей нас к целевому месиву, — улучшающее. Таких вмешательств много. Можно остановиться на любом из них, а можно попытаться найти то, которое дает наибольшее улучшение.

При выявлении целевого месива нас подстерегает серьезная трудность. Если в целевом месиве окажутся ошибочные, неистинные цели, то последующая их реализация вызовет, естественно, недовольство, разочарование; вмешательство не будет улучшающим.

Трудность в том и состоит, что цели, *объявленные* стейкхолдером, отличаются от его *истинных* целей. Маловероятно, что мы столкнемся с обманом или сокрытием целей: стейкхолдеры понимают, что в их интересах помочь в осуществлении улучшающего вмешательства, что неверной информацией они себе же навредят. Но даже при полном и добровольном сотрудничестве с нами, добросовестно стараясь правильно изложить свои пожелания, стейкхолдер может испытывать затруднения и ошибаться. Тому есть несколько причин,

и наша задача — с учетом их все-таки докопаться до истинных целей. Обсудим основные причины расхождения между объявленными и истинными целями и некоторые способы их преодоления.

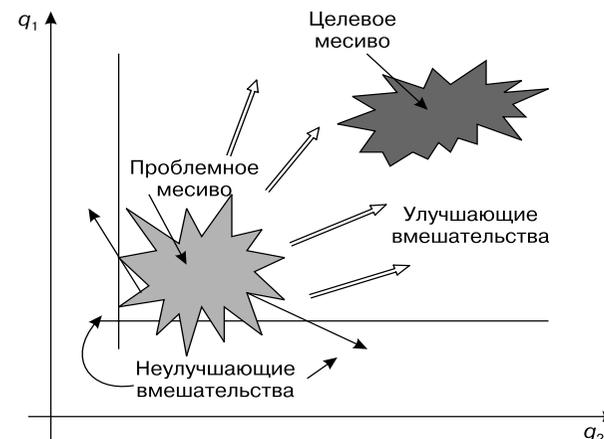


Рис. 5.9

Опасность подмены целей. Иногда происходит смешение, подмена целей одних стейкхолдеров целями других.

Такая ситуация обычно возникает, когда специалисты-профессионалы, участвующие в решении проблем, навязывают свое видение мира и тем самым подменяют главные цели своими. «Операция прошла блестяще, но пациент умер» — это не дурная шутка, а действительно встречающееся в среде хирургов высказывание. Известен случай, когда в кампусе университета графства Сассекс (Англия) было построено внешне очень элегантное здание, за которое в 1965 г. архитектору была вручена золотая медаль Королевского общества архитекторов, однако его внутренняя планировка оказалась непригодной ни для учебных, ни для административных целей. Многие отмеченные конкурсными призами рекламные ролики и плакаты не оказали никакого влияния на дела фирмы (вспомним прекрасную рекламу банка «Империал»). Обследование Национальной службы здоровья в Англии обнаружило, что менее 1% времени подготовки врачей этой службы посвящено профилактической медицине, хотя организация создавалась именно для этой цели. Следует также подчеркнуть опасность того, что системный аналитик, считая себя опытным и знающим профессионалом, может начать выражать свое мнение вместо какого-то стейкхолдера от его имени.

Другой вариант подмены целей — создание «фокусных» групп из экспертов для определения желаний целевых пользователей. Лучше адресоваться к самим пользователям и вовлекать их в проектирование изменений. Например, руководство консервативной партии в Великобритании наняло активиста движения за сохранение окружающей среды, яркого противника Тори, для руководства группой по разработке своей политики по проблемам экологии. Лейбористская партия пока пользуется фокусными группами.

Можно множить такие примеры. Следует проявлять бдительность к этому явлению во время целевыявления.

Опасность смещения целей и средств. Все множество целей, которые выдвигаются субъектом на протяжении жизни, включает цели разной важности, долгосрочности, масштабности, достижимости и т.д. Цели субъекта не хаотичны, не независимы. Они связаны, соподчинены, упорядочены, образуя структуру древовидного типа (рис. 5.10).

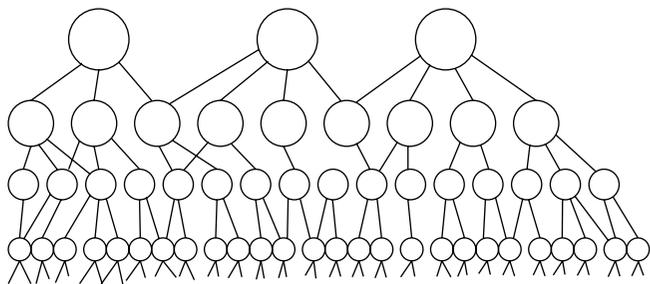


Рис. 5.10

Особенность этого дерева в том, что каждый его элемент имеет двойственный смысл: для связанного с ним элемента верхнего уровня он является *средством*, а для нижнего уровня — *целью*. Поэтому, когда перед стейкхолдером встает вопрос, какова его цель в данной ситуации, он должен определиться, на каком этаже дерева он находится. Здесь-то и заложена возможность ошибки — выбрать средство вместо цели, ошибившись этажом.

Например, описан случай, когда власти города обратились к системно-аналитической фирме с просьбой определить, где лучше всего построить новую больницу. Можно было, согласовав с заказчиком критерии, сравнить с их помощью выделенные площадки и решить оптимизационную задачу, удовлетворив клиента. Но системный ана-

лиз рекомендует проверять цели на истинность. На вопрос: «А зачем вам нужна новая больница?» последовал ответ: «Чтобы улучшить медицинское обслуживание населения» (это и была истинная цель). Были рассмотрены другие средства достижения цели и оказалось, что за те же субсидии гораздо эффективнее вместо строительства больницы скоординировать и модернизировать сеть уже существующих медицинских учреждений.

Прием, позволяющий обнаружить перепутывание целей со средствами, состоит в задании вопроса: «А зачем вам это нужно?» Если в ответе есть упоминание других целей, надо определить, относятся ли они к высшему или низшему уровню по сравнению с объявленной.

Опасность неполного перечисления целей. Во многих случаях желаемое будущее имеет комплексный характер и его описание состоит не из одной, а нескольких целей. Очень опасным является случай, когда субъект перечислит не все из них, по забывчивости или сочтя какие-то из них неважными. Даже если названные цели истинны, реализация неполного комплекта множественной цели дает абсолютно неприемлемый результат.

Например, в одной из областей было дано поручение разработать предложение о повышении экономической эффективности деревообрабатывающей отрасли. Было, в частности, предложено слить мелкие предприятия в одно крупное объединение с очевидными выгодами технологического и экономического характера. Местные власти, однако, заблокировали этот проект, несмотря на то, что он вполне отвечал заданному критерию. Оказалось, что при образовании крупного объединения деревообрабатывающие предприятия перейдут из системы местной промышленности в подчинение союзного министерства. Хотя при этом доходы действительно возрастут, но отчисления в местный бюджет снизятся, как и процент производимых материалов и изделий, распределяемый в области. Так неполнота целевыявления перечеркнула большую работу по созданию проекта.

В инженерном фольклоре есть целая серия анекдотов под общим названием «Правильно формулируй техническое задание». Это выдуманные смешные истории, в которых иллюстрируется, насколько абсурдный результат получается, если абсолютно точно выполнить неполный комплект заданных требований.

К сожалению, трудно дать рекомендации, как добиваться полноты состава множественной цели, кроме настойчивого многократного обращения к респонденту. Правда, существует одна возможность

обнаружить неполноту объявленных целей: если цели описаны не на всех языках конфигууратора, это явный признак того, что не все цели объявлены.

Опасность неспособности выразить цель. Несмотря на все усилия «вытянуть» из стейкхолдера его истинную цель, иногда у нас остаются сомнения в том, что мы добились желаемого результата. Еще чаще встречаются случаи, когда субъект затрудняется выразить явно свои желания, а то и вообще сам не знает, чего он хочет. Но необходимость выявить его истинную цель остается.

Существует две возможности обойти эту трудность.

Первая состоит в том, чтобы создать обстановку, в которой субъекту придется не говорить, а *действовать целенаправленно*; так что его цель проявится экспериментально.

Явным целенаправленным действием человека является *акт выбора*. Если перед ним несколько возможностей, из которых нужно выбрать только одну, он выбирает ту, которая больше всего соответствует его цели, даже если она не совсем осознается.

Поэтому можно попытаться создать *ситуацию выбора*. Над входом в один американский супермаркет помещен броский призыв: «Если вы не знаете, что вам нужно, заходите к нам, это у нас есть!» Побродив по этажам этого огромного магазина, где продается все, от фруктов и игрушек до электроники и оружия, вы обязательно увидите то, что вам захочется купить. Вот и нашему стейкхолдеру нужно представить меню из предполагаемых, возможных, подходящих целей, соответствующих рассматриваемой ситуации.

Но в прикладном системном анализе разработан еще один специальный вариант ситуации выбора, когда субъект выражает свои пожелания не в виде формулировки цели, а в форме описания конечного результата. Речь идет о методе, который Р. Акофф назвал *идеализированным перепроектированием*.

Стейкхолдеру предлагается следующая задача. Существующая система вам не нравится. Представьте себе, что вы можете все — никаких ограничений! Сметите существующую систему и на пустом месте спроектируйте то, что вас удовлетворит. Не думайте о том, можно ли это осуществить, хватит ли ресурсов и т.п., — никаких ограничений!

Стейкхолдеры с любопытством приступают к работе. Во-первых, они впервые отрываются от своей узкой точки зрения и пытаются посмотреть на ситуацию в целом; это интересно. Во-вторых, в работе наличествует элемент игры «в Господа Бога» — «Я могу все!» Играть всегда интересно. Но самое интересное дальше. Когда созданный идеа-

лизированный проект проверяется на реализуемость при наличных ограниченных возможностях, оказывается, что на 100% это не удастся, но возможна довольно близкая аппроксимация его.

Примером может служить аппроксимация идеальной и недостижимой в массовом порядке цели индивидуального обучения каждого студента — создание подгрупп с более однородными составами и разными программами для них.

Вторая возможность определения истинной цели субъекта состоит в том, чтобы сформулировать ее вместо него, как бы «вычислить» цель. Эта возможность основана на уже отмеченной древовидной структуре субъективных целей. Субъект не может назвать нужную нам цель, но она ведь находится на одной из ветвей дерева. Если определить, на какой именно, то ее можно будет отыскать, спускаясь по этой ветви. Эта задача облегчается тем, что корневые цели, цели высокого уровня, называемые жизненными ценностями, вполне осознаются субъектом, он их не скрывает, а наоборот, гордится ими. Так что выяснить жизненные ценности стейкхолдера нетрудно.

Публицисты и ученые часто обращают внимание на определенную противоположность таких жизненных ценностей, как «технократическое мышление» и «гуманистическое мышление» как разных подходов к формированию целей. Главное их различие образно можно выразить лозунгами: «Человек — царь природы» и «Человек — часть природы». Несколько подробнее их противопоставление можно представить таблицей (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Технократическая и гуманистическая системы ценностей	
Технократическая	Гуманистическая
Природа — неограниченный источник ресурсов.	Природные ресурсы ограничены.
Превосходство над природой.	Гармония с природой.
Природа враждебна или нейтральна.	Природа дружелюбна.
Природу следует покорять.	Природа в хрупком равновесии.
Информационно-технологическое развитие общества.	Социально-культурное развитие общества.
Рыночные отношения.	Общественные интересы.
Риск и выигреш.	Гарантии безопасности.
Индивидуальное самообеспечение.	Коллективистская организация.
Разумность средств.	Разумность целей.
Информация, запоминание.	Знания, понимание.
Образование.	Культура.
Человек — средство, винтик общества	Человек — цель, основа общества

Эти перечни не претендуют на полноту, они лишь иллюстрируют разницу между двумя стилями мышления. Хотя такое сравнение проводится, чтобы подчеркнуть (вполне справедливо) опасности чисто технократического подхода к выбору целей, полный отказ от всех технократических ценностей был бы чрезмерен. Например, научно-технический прогресс является не альтернативой социальному развитию, а его средством; образование можно рассматривать как антипод культуре только в отрыве от нее.

Насколько разные цели диктуют эти разные системы ценностей, можно проиллюстрировать историей, произошедшей в одном американском городе. Муниципалитет должен был дать указания дорожной полиции, какие меры принять для снижения числа дорожно-транспортных происшествий. Известны два способа: скрытое и открытое патрулирование. При первом полицейский засекает нарушителей из засады и штрафует их; при втором он открыто демонстрирует свое присутствие на дороге, и увидев его, водители ведут себя по правилам. Голоса в муниципальном совете разделились. Одни обосновывали свое решение стремлением к пополнению городского бюджета штрафами и наведению порядка. Другие указывали на неэтичность, провокационность засад, на то, что явное присутствие полицейского побуждает водителей к осторожности.

Трудность метода «вычисления» цели через жизненную ценность состоит в том, что у человека она не одна (например, одни на первое место ставят общечеловеческие интересы, другие — интересы нации, третьи — своей фирмы, четвертые — семьи, пятые — свои личные; есть ценности духовные, материальные, политические, эстетические и т.д.). В разных ситуациях человек может опираться на разные ценности. Какую же из них пытаться выяснить в нашем случае?

Если это нельзя определить из характера самой проблемы, то ответ лежит в конфигуратуре. Ведь жизненные ценности выражаются какими-то языками. Следовательно, надо заняться только теми ценностями, которые описываются на языках конфигуратора данного стейкхолдера.

Особенности выявления целей организации. Выше обсуждались причины расхождения между объявленными и истинными целями, когда субъект («физическое лицо») ненамеренно — по ошибке или незнанию — объявляет неистинную цель или не все истинные цели. Случай выявления целей организации приходится выделить отдельно.

Дело в том, что выразителем целей организации является ее руководство. И оглашать цели организации ему приходится при нали-

чии конфликтов между интересами своей системы и окружающей среды, а также интересами своей системы и своими личными интересами. В результате провозглашаемые корпорацией цели не всегда совпадают с истинными: между тем, что проповедуется, и тем, что делается на практике, часто существует большое различие (которое системный аналитик должен выявить).

По первому направлению (поведение руководства при конфликте интересов организации и общества) Р. Акофф приводит такие примеры. «Многие организации прокламируют заботу о качестве окружающей среды, но охраняют и поддерживают ее не более, чем принуждают их к этому законы и общественное мнение». (Достаточно упомянуть поведение нефтедобывающих компаний на девственных территориях российского Севера.) «Некоторые компании, пропагандирующие неограниченную конкуренцию и свободную рыночную систему, обращаются к правительству, как только почувствуют, что она ущемляет их интересы. Другие заявляют о равных возможностях в найме и тщательно избегают принимать на работу представителей национальных меньшинств и женщин».

Второе направление связано с тем, что руководство организации неизбежно имеет и свои собственные цели, которые иногда реализуются за счет ресурсов организации. В таких случаях руководители просто умалчивают о своих целях, хотя на деле стараются реализовать их в полной мере. Как пишет Р. Акофф, «многие руководители компаний утверждают, что их главная цель — максимизация прибыли. Однако беспристрастная проверка их поведения обнаруживает, что эта цель не является у них доминирующей. В противном случае директора работали бы в менее роскошных кабинетах, летали бы на рейсовых самолетах, останавливались бы в средних отелях и т.д. Ясно, что большинство менеджеров склонны пожертвовать по крайней мере частью прибыли во имя обеспечения себе приемлемого качества деловой жизни. Суть опять-таки не в том, что такая цель неправильна или аморальна; напротив, ее следует распространить на всех работающих. Стремление менеджмента обеспечить себе высокое качество жизни не является тайной для многих людей, ничего не выигрывающих от этого стремления, и они негодуют по этому поводу. Их упрощенная мораль тормозит развитие корпораций. Иногда менеджеры испытывают в подобных случаях чувство вины. Чем сильнее такое чувство, тем глубже они уходят в оборону; следовательно, тем более сопротивляются изменению. Это также мешает развитию».

По совету Р. Акоффа, полезно разделять цели на разных уровнях дерева на задачи, цели и идеалы. При технологии «сверху — вниз» прежде всего стараются сформулировать цель самого высокого уровня — *миссию* организации. Миссия является общей для всех членов организации целью, определяющей и объединяющей все роли системы в окружающей среде, гармонизирующей действия внутри всей системы. Трудность определения миссии состоит в том, что руководство организации склонно считать миссией цели самой системы («стать более прибыльной, стать больше (вырасти), стать лучшей в отрасли» и т.п.). Правильно определенная миссия должна отражать интересы всех стейкхолдеров.

Градации целей можно определить по-разному. В качестве исходной классификации Р. Акофф предлагает различать:

- 1) *задачи*-результаты, которые предполагается получить в пределах планового периода;
- 2) *цели*-результаты, которых не предполагается достичь и за пределами планового периода, но к которым мы рассчитываем приблизиться в рамках этого периода;
- 3) *идеалы*-результаты, которые считаются недостижимыми, но приближение к которым возможно.

Таким образом, задачи можно рассматривать как средства достижения целей, а цели — как средство приближения к идеалам.

В случае решения проблемы организации необходимо определить не то, чего организация не хочет (это выражено в проблемном месиве), а то, чего организация хочет: ее идеалы, цели, задачи, — ее «целевое месиво».

Очень эффективным методом для этого является *идеализированное перепроектирование* организации, — метод, разработанный школой Р. Акоффа. Он состоит в том, чтобы не заниматься устранением недостатков существующей системы, а сразу начать проектировать желаемую систему.

Для этого предлагается исходить из предположения, что существующая система «вчера ночью исчезла», осталась только окружающая ее среда. Далее предполагается строить проект такой системы, которую стейкхолдерам хотелось бы иметь прямо сейчас, сегодня, если бы они могли создать ее какой угодно.

На проект накладывается всего три ограничения:

- 1) проект должен быть *технологически осуществимым*: ни какой научной фантастики (например, не следует предполагать, что связь в системе будет телепатической, но можно планировать использование спутниковых или оптоволоконных каналов);

- 2) проект не обязан быть практически осуществимым, но должен быть *совместимым с окружающей средой* (ингерентным ей), т.е. не противоречить существующим законам и правилам;

- 3) проектируемая организация должна быть *способной к непрерывному улучшению*, т.е. обучению и адаптации к изменениям внутренних и внешних обстоятельств.

Техника работы с целями. Обсудим несколько технических моментов выполнения этапа целевыявления.

При формулировании целей рекомендуется стремиться к ясным, понятным их определениям. Конечно, не всегда возможно достичь измеримой конкретности (например, в случае цели «Повысить моральный дух спортивной команды»), но надо всячески стремиться к этому («К концу года достичь такого-то объема производства такого-то продукта»). Специалисты рекомендуют стараться, чтобы цели были:

- а) реалистичны, т.е. достижимы при наличных финансовых, материальных и временных ресурсах;
- б) конкретны, т.е. чтобы любое продвижение к цели вносило вклад в решение именно данной проблемы, а не какой-то другой;
- в) измеримы, т.е. позволяли бы отслеживать процесс движения к цели путем измерений, расходы на которые находятся в допустимых пределах.

Иногда цели можно сформулировать как позитивное зеркальное отображение негативной формулировки проблемы. Но чаще одна проблема порождает несколько целей, особенно если стремиться к их конкретности.

Следующий вопрос — о структурировании целевого месива. Иногда (особенно при нестесненности в средствах) можно работать с целевым месивом, не упорядочивая его. Но часто необходимо установить приоритетность, очередность работы с разными целями. Удобным средством для этого является установление причинно-следственных связей между целями, которое выражается в их выстраивании в виде древовидной структуры, «дерева целей». Если такие отношения действительно существуют, то цель верхнего уровня не может быть достигнута, пока не реализованы нижние цели, и вопрос организации работ решается автоматически.

Есть два наиболее употребительных способа построения дерева целей. Если исходным материалом является целевое месиво, то выстроить его в дерево можно по методике, описанной в разделе о проблемном месиве (там строилось дерево проблем).

В тех же случаях, когда конечная цель носит проектный характер, т.е. сначала можно сформулировать «глобальную цель» (это тоже

требует серьезных усилий), то цели нижних уровней можно получить алгоритмически, используя *алгоритм декомпозиции*, описанный в книге Ф.И. Перегудова и Ф.П. Тарасенко¹. Нередко деревья целей строятся на основе интуиции и здравого смысла, но это чревато снижением качества результата.

Указанные два способа построения дерева целей иногда называются в литературе технологиями «снизу — вверх» и «сверху — вниз» соответственно.

Отметим также возможность ситуации, когда связи между выявленными целями выстраиваются не в древовидную, а в сетевую структуру. Это не должно смущать нас, так как это не станет препятствием для последующего выявления расхождений между проблемным и целевым месивами.

Контрольные вопросы и задания

1. Почему для проектирования улучшающего вмешательства необходимо выявить цели стейкхолдеров?
2. Перечислите основные причины расхождения между целями объявленными и истинными.
3. Что такое «дерево целей» и как его можно построить?

5.7. Этап седьмой. Определение критериев

В ходе решения проблемы будет необходимо сравнивать предлагаемые варианты, оценивать степень достижения цели или отклонения от нее, осуществлять контроль за ходом событий. Это достигается путем выделения некоторых признаков рассматриваемых объектов и процессов. Данные признаки должны быть связаны с интересующими нас особенностями рассматриваемых объектов или процессов, должны быть доступными для наблюдения и измерения. Тогда по полученным результатам измерений мы сможем осуществить необходимый контроль.

Такие характеристики называют *критериями*. В каждом исследовании (в том числе и нашем) потребуются критерии. Сколько, какие и как выбирать критерии? Данный этап и посвящен ответам на эти вопросы.

Сначала о количестве критериев. Очевидно, что чем меньше критериев понадобится, тем проще будет проводить сравнение. То есть

желательно минимизировать число критериев, хорошо бы свести его к одному. Иногда это удается. Например, ЮНЕСКО, распределяя средства для помощи слаборазвитым странам в гуманитарных сферах, решило предоставлять субсидии самым отстающим. Но «отстающий» — оценочное слово, и требуются критерии, по которым можно определить, кто же самый отстающий. Замечательно, что по ряду направлений ЮНЕСКО удалось эффективно решить эту задачу с одним-единственным критерием. Состояние здравоохранения в целом оценивается по показателю детской смертности, состояние образования — по проценту неграмотных в стране. В одном университете в США доплату преподавателю за качество преподавания поставили в зависимость от одного критерия — числа студенто-часов на его занятиях. В Швеции эффективность работы дорожной полиции оценивается по количеству смертей в дорожно-транспортных происшествиях. Во всех этих случаях одиночные критерии доказали свою работоспособность.

К сожалению, чаще одним-единственным критерием не удается удовлетворительно оценить качество рассматриваемого объекта. Например, критерий быстроты прибытия пожарных не характеризует борьбу с пожарами, так как он не связан с уменьшением числа возгораний. Объем расходов на одного ученика не оценивает качества обучения в школе. Число студентов на одного преподавателя не полно характеризует качество подготовки специалистов в вузе.

Тогда приходится вводить еще какое-то количество критериев, по-разному описывающих объект и дополняющих друг друга.

Приведем пример того, *как* выбирать критерии.

Фирме системных аналитиков был заказан анализ проблемы с целью улучшить уборку мусора в большом городе. На этапе формирования критериев сначала были предложены следующие критерии: расходы по уборке мусора на одну квартиру, число тонн убираемого мусора в расчете на один человеко-час, общий объем вывозимого мусора. Эти критерии были отвергнуты как не связанные с качеством работы. Более удачными были признаны такие критерии, как процент жилых кварталов без заболеваний, число пожаров из-за возгорания мусора, количество жалоб жителей на скопление мусора, число укусов людей крысами. Этот пример иллюстрирует требование к критериям — быть в как можно большем соответствии с целью.

И все же какие критерии и сколько их выбирать? Ответ станет очевидным, если понять, что *критерии являются количественными моделями качественных целей*. В самом деле, сформированные кри-

¹ См.: Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа. 3-е изд., испр. и доп. Томск : НТЛ, 2001.

терии в дальнейшем в некотором смысле представляют, заменяют цели: оптимизация по критериям должна обеспечивать максимальное приближение к цели. Конечно, критерии не тождественны цели, это подобие цели, ее модель. Определение значения критерия для данной альтернативы является, по существу, измерением степени ее пригодности как средства достижения цели.

Теперь ясно, что нужно выбирать такие критерии и столько их, чтобы в своей совокупности они являлись адекватной моделью цели. (Правда, как выполнять эту рекомендацию, придется решать в каждом случае отдельно. Не всегда это удастся в полной мере. Но не следует отчаиваться: как говорит древняя поговорка, «Можно много пройти в башмаках, которые немного жмут».) В итоге мы приходим к многокритериальным задачам — не только потому, что бывают многоцелевые задачи, но и потому, что одну цель часто приходится отображать несколькими критериями.

При выборе критериев иногда можно воспользоваться опытом ранее проведенных работ. Например, при анализе и проектировании технических систем обычно используются такие критерии, как финансовые (стоимость, прибыль и т.д.), инвентарные (количество продукта, ассортимент и т.д.), эксплуатационные (эффективность функционирования, надежность и пр.), живучесть (совместимость с существующими системами, адаптивность к среде, скорость морального устаревания, безопасность и пр.), экологичность, эргономичность и ряд других. Еще один совет состоит в том, чтобы для каждого признака, описываемого критериями, ввести по крайней мере три критерия: один должен характеризовать качественную сторону, другой — количественную, третий — временную. Такие эмпирические перечни, безусловно, полезны, но подлежат развитию.

Критерии и ограничения. Обратим теперь внимание на то, что сформированное нами множество критериев при постановке задачи на оптимальность разбивается на два подмножества. Одни критерии подлежат изменениям, по мере которых ситуация приближается к желаемому состоянию как можно ближе. Другие же подвержены некоторым условиям, как правило закрепляющим, фиксирующим их значения; эти условия должны соблюдаться в ходе решения всей задачи. Эти критерии называются ограничениями. Напомним (см. главу 1, понятие оптимальности), что ограничения играют в выборе не меньшую роль, чем максимизируемые критерии. Отличие между ними состоит в том, что критерии максимизируемые как бы открывают возможности для выдвижения все новых и новых альтернатив в поисках лучшей из них, а ограничение заведомо уменьшает их число,

запрещая некоторые из альтернатив. Одними целевыми критериями можно жертвовать ради других, а ограничение исключить нельзя, оно должно жестко соблюдаться.

В практике системного анализа встречаются случаи, когда наложенные ограничения столь сильны, что делают нереальным достижение цели. Тогда системный аналитик должен ставить перед лицом, принимающим решение, вопрос о том, нельзя ли данные ограничения ослабить или снять совсем. Напомним историю с автобусной компанией из главы 1. Другой пример — выдвижение очень жестких требований к вероятности ложной тревоги, предъявленное разработчикам радиолокационной станции. Выполнение этого ограничения потребовало бы неприемлемо длительных периодов накопления сигнала в радиолокаторе. Как выяснилось, столь жесткое требование вытекало из нежелания «слишком часто» беспокоить вышестоящее начальство ложными тревогами.

На этом завершим обсуждение данного этапа.

Контрольные вопросы и задания

1. В каком отношении находятся цели и критерии?
2. Чем определяется набор (число и характер) необходимых критериев?
3. Обсудите сходства и различия между критериями и ограничениями.

5.8. Этап восьмой.

Экспериментальное исследование систем

Эксперимент и модель. Часто недостающую информацию о системе можно получить только из самой системы, проведя специально спланированный для этого эксперимент. Содержащуюся в протоколе эксперимента информацию извлекают, подвергая полученные данные обработке, преобразованию в форму, пригодную для включения ее в модель системы. Завершающим действием является коррекция модели, включающая полученную информацию в модель.

Легко воспринимается, что эксперимент нужен для совершенствования модели. Важно понять также, что эксперимент невозможен без модели. Они находятся в одном цикле (рис. 5.11). Однако вращение по этому циклу напоминает не вращающееся колесо, а катящийся снежный ком — с каждым оборотом он становится все больше, весомее.

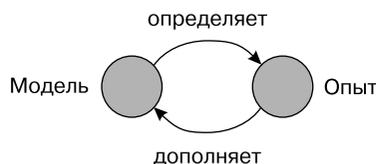


Рис. 5.11

Эксперимент и измерения. Разнообразие экспериментов можно упрощенно описать их классификацией. Если мы не вмешиваемся в ход событий, а только регистрируем, что происходит на входах и выходах интересующей нас системы, то опыт называется *пассивным экспериментом* (или *наблюдением*). Если же мы не только созерцаем (и фиксируем) происходящее на входах и выходах, но и воздействуем на некоторые из них (одни намеренно поддерживая неизменными, другие — меняя должным образом), то опыт называется *активным* (или *управляемым*) *экспериментом*. Как и любая классификация, эта лишь приближенно описывает реальность. В абсолютно чистом виде эти два эксперимента невозможны: активный — потому, что все входы и выходы контролировать невозможно (некоторые даже неизвестны), пассивный — потому, что всякое измерение и наблюдение — *взаимодействие*, и вовсе не вмешаться в получаемый результат нельзя. Ближайшими реальными, близкими к идеальным, экспериментами являются активный лабораторный опыт и пассивные наблюдения в астрономии, истории, археологии, психологии и т.п.

Еще одна важная классификация — деление экспериментов на *прямые* и *косвенные*. Прямой эксперимент — это наблюдение непосредственно той характеристики, которая нас интересует (например, привес молодняка можно измерять ежедневным взвешиванием). Иногда интересующая нас характеристика не поддается прямому измерению, но есть наблюдаемая величина, связанная с нею, из наблюдений которой можно извлечь нужную нам информацию; это и будет косвенное наблюдение (например, по некоторым действиям матери можно судить о силе материнской любви, по ценам — о стоимости, по артериальному давлению — о состоянии сердечно-сосудистой системы). Деление измерений на прямые и косвенные важно потому, что их надо обрабатывать по-разному, даже если они описаны в одинаковой шкале.

Осуществившиеся результаты эксперимента фиксируются в виде протокола наблюдений. Эта запись — не сам эксперимент, а описание его результата, т.е. его модель. Понимая термин «язык» широко,

можно сказать, что протокол наблюдений — это запись результатов эксперимента на некотором языке. Разнообразие экспериментов таково, что одним языком не обойтись; существует несколько таких языков, называемых *измерительными шкалами*. Следует ознакомиться с ними, так как в практике придется иметь дело с обработкой данных в разных шкалах, а делать это нужно по-разному для каждой шкалы. Как в любом языке, неправильно построенная фраза теряет смысл, так и неправильно преобразованные данные эксперимента не несут ожидаемой информации.

Измерительные шкалы. На примере измерительных шкал можно проследить явление, характерное для всех языков (вспомните обсуждение языковых моделей в главе 3): начиная с универсального, но малоинформативного языка, можно, включая, присоединяя к нему дополнительную информацию, получать все более и более информативные языки, вплоть до наиболее математизированного.

1. Шкала наименований (номинальная, классификационная). В разделе об абстрактных моделях главы 3 отмечалось, что простейшей моделью разнообразия является классификация. Она и положена в основу *шкалы наименований*. Измерение в этой шкале состоит в том, чтобы, произведя наблюдение классификационных признаков объекта, определить, к какому классу он относится, и записать это с помощью символа, обозначающего данный класс.

Фамилии, диагноз заболевания, номера домов, автомобилей, игроков спортивных команд, названия цветов, адреса и т.д. — примеры наблюдений в номинальной шкале.

Пусть введено k классов: A_1, A_2, \dots, A_k (A_s — имя s -го класса). Пусть поочередно наблюдаются объекты x_1, x_2, \dots, x_N (их совокупность называется *выборкой*, N — объем выборки). Относительно каждого x_i ($i = \overline{1, N}$) делается заключение, к какому из классов A_1, \dots, A_k он относится ($x_i \in A_s$). Итог и будет протоколом наблюдений.

Поскольку единственным отношением, определяющим шкалу, является отношение эквивалентности (объект либо принадлежит к данному классу, либо нет), то единственной допустимой операцией над данными в этой шкале является проверка на совпадение. Эта операция изображается с помощью символа Кронекера $d_{ij} = \{1: x_i = x_j; 0: x_i \neq x_j\}$, т.е. совпадение двух разных наблюдений (принадлежность к одному классу) обозначается единицей, несовпадение — нулем. С результатами этой *первичной обработки* можно выполнить *вторичную обра-*

ботку. Например, число наблюдений одного класса с x_i равно $n_i = \sum_{j=1}^N \delta_{ij}$,

относительная частота этого класса будет равна n_i/N , номер наиболее населенного класса $i_{\max} = \arg(\max_{\{i\}} n_i)$; можно применять разные статистические процедуры, использующие относительные частоты (например, χ^2 -тест).

Сравнивать между собой данные в номинальной шкале, полученные разными исследователями, можно, только если они пользовались одинаковым разбиением на классы (число классов и границы между ними должны совпадать). Отличаться могут лишь наименования классов и порядок их перечисления, как не нарушающие природной структуры данных.

Еще раз напомним, что никаких операций над $\{x_i\}$, кроме операции сравнения d_{ij} , делать нельзя — результат не будет иметь силы. Например, если вы знаете, что на улице сто домов, то неправильно говорить, что географическая середина улицы около 50-го.

2. Шкала порядковая (ординальная, ранговая). Если ввести между классами номинальной шкалы дополнительное отношение порядка (предпочтения; обозначим его символом ™), получится новая, усиленная в информационном смысле шкала, называемая *порядковой* или *ординальной*.

Примерами наблюдений, регистрируемых в порядковой шкале, являются: армейские и чиновничьи звания, школьные оценки, магнитуда землетрясений (шкала Рихтера), твердость минералов (шкала Мооса), сила ветра (шкала Бофорта), призовые места в соревнованиях.

Допустимое преобразование d_{ij} (сразу заметим, что допустимые преобразования для более слабых шкал допустимы и в более сильных, но не наоборот) теперь дополняется операцией проверки предпочтения C_{ij} : $C_{ij} = \{1: x_i > x_j; 0: x_i < x_j\}$. Итак, *первичная обработка* данных в порядковой шкале состоит из двух допустимых преобразований: d_{ij} и C_{ij} . Применение других операций приведет к недоразумениям. Примером служит безуспешная попытка учитывать «средний школьный балл» при поступлении в вузы. В этом неудачном эксперименте баллы рассматривались как числа и складывались. Операция сложения в порядковой шкале недопустима и дает бессмысленный результат. Эксперимент пришлось отменить.

С результатами первичной обработки (двоичными числами) можно производить подходящую *вторичную*. Например, можно установить номер наблюдения x_i в упорядоченном ряду всех наблюде-

ний: $R_i = \sum_{j=1}^N C_{ij}$. Этот номер называется *рангом* i -го объекта (отсюда происходит еще одно название для данного типа шкалы — *ранговая*). Возможны и другие использования чисел d_{ij} и C_{ij} : кроме нахождения частот и мод (как и для номинальной шкалы), появляется возможность определить выборочную медиану (т.е. наблюдение с рангом, ближайшим к числу $\frac{N}{2}$), можно разбить всю выборку на части в любой пропорции, найдя выборочные квантили любого уровня p , $0 < p < 1$ (т.е. наблюдения с рангом R_p , ближайшим к величине Np), можно определить коэффициенты ранговой корреляции между двумя сериями порядковых наблюдений (r_s Спирмэна, τ Кендалла), строить другие статистические процедуры.

Несколько дополнительных замечаний о порядковых шкалах.

Разновидностями предпочтений являются упорядочивание при наличии стандартных опорных образцов (например, шкала Мооса основана на десяти конкретных минералах разной твердости), при нечетко заданных образцах (шкала силы ветра, школьные оценки), при отсутствии образцов (спортивные соревнования, музыкальные конкурсы).

Кроме шкал *совершенного порядка*, однозначно определяющих предпочтения (нумерация очередности, воинские звания и т.п.), существуют шкалы *квазипорядка*, когда некоторые элементы упорядоченного ряда неразличимы (мать = отец > сын = дочь; дядя = тетя < брат = сестра), а также шкалы *частичного порядка*, когда имеются несравнимые между собой пары классов (например, в социологических исследованиях субъект иногда не в состоянии оценить, что ему больше нравится — клетчатые носки или фруктовые консервы, велосипед или магнитофон, читать или плавать и т.п.).

В порядковых шкалах не существует понятия расстояния между классами, поэтому любые преобразования, сохраняющие порядок («монотонные») не влияют на информативность данных. (Можно рядовым повесить на погоны звездочку и всем вышестоящим чинам добавить по звездочке — будет красивее, но суть не меняется.)

3. Шкала интервалов (разностей). Если упорядочение объектов можно выполнить настолько точно, что известны расстояния между любыми двумя из них, то измерение станет заметно более информативным, чем в шкале порядка. Естественно выражать все расстояния в единицах, хотя и произвольных, но одинаковых по всей

длине шкалы. Это означает, что объективно равные интервалы измеряются одинаковыми отрезками шкалы, где бы они на ней ни располагались (рис. 5.12).

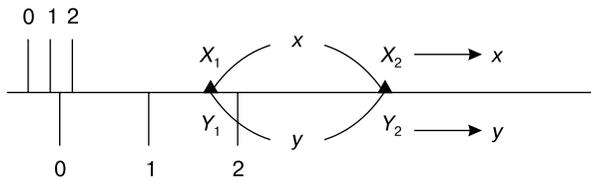


Рис. 5.12

В итоге оказывается, что у нашей новой шкалы — *шкалы интервалов* — начало отсчета и единица длины интервала *произвольны* ($\frac{\Delta y}{\Delta x} = \text{const}$).

Примеры наблюдений, фиксируемых в шкале интервалов:

- температура (шкалы Цельсия, Фаренгейта, Кельвина);
- летоисчисление (от Рождества Христова, от переезда Мухаммеда в Медину — на 622 года позднее, от императорской династии в Китае — на 5000 лет раньше);
- высота местности (от уровня моря; Голландия почти вся имеет отрицательную высоту).

Единственной новой допустимой операцией первичной обработки над данными в новой шкале является вычитание, т.е. определение интервала между двумя отсчетами. Например, если сказать, что температура увеличилась в два раза при нагреве от 9° до 18° по Цельсию, то для привыкших пользоваться шкалой Фаренгейта это будет звучать весьма странно, так как в этой шкале температура изменится от $48,2^\circ$ до $64,4^\circ$. Операция деления для данной шкалы недопустима. Только интервалы имеют смысл настоящих чисел. Над ними (вторичная обработка) уже можно выполнять любые арифметические действия, а также статистические и другие процедуры.

4. Шкала циклическая (периодическая, разностей). Есть специальный вид интервальной шкалы, который характерен тем, что она замкнута на себя, т.е. после прохождения определенного периода ее значения повторяются. Примерами являются: угловые направления из одной точки (шкала компаса, роза ветров), время суток (циферблат часов), фаза периодических колебаний (в градусах или радианах), географическая долгота (в градусах). Все сказанное об интервальной шкале относится и к циклической. Чтобы не возникло

недоразумений, отметим, что сложение часов — не сложение самих временных отметок (что является недопустимой операцией), а сложение временных *интервалов*, т.е. вторичная обработка. Надо еще помнить об условности начала отсчета (например, при переходе на зимнее время, при пересечении линии смены дат и т.п.). Данную шкалу еще называют *шкалой разностей*, так как она инвариантна к сдвигу на интервал, называемый *периодом шкалы*.

5. Шкала отношений. Введение еще одного определяющего отношения придает дополнительное усиление измерениям. Потребуем, чтобы не только отношения величин одного интервала в разных шкалах были константой, где бы этот интервал ни находился

($\frac{\Delta y}{\Delta x} = \text{const}$), что характерно для шкалы интервалов, но чтобы и отношения значений одной и той же величины, измеряемой в разных шкалах, тоже были константой, какое бы место эта величина ни занимала в реальности ($\frac{y}{x} = \text{const}$) (рис. 5.13). Получаемая шкала именуется *шкалой отношений*. При этом, хотя единица измерений остается произвольной, нулевая отметка становится абсолютной, несдвигаемой.

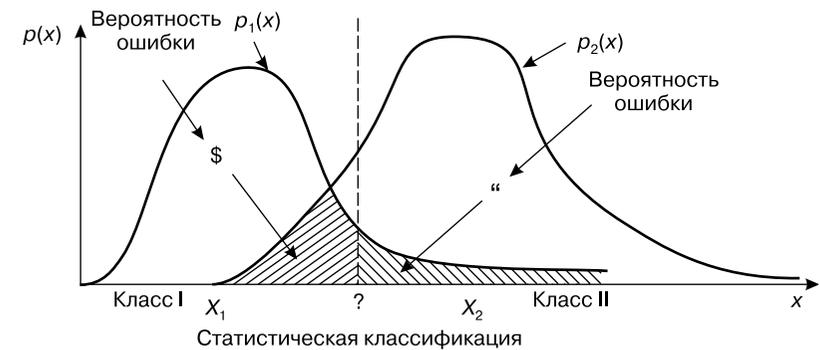


Рис. 5.13

Примерами величин, природа которых соответствует шкале отношений, являются:

- длина (измеряемая в см, футах, аршинах, км и т.д.);
- вес (кг, фунты, пуды, тонны и т.д.);
- объем (м^3 , баррели, литры и т.д.);
- деньги (рубли, доллары, евро, йены и т.д.).

Данные в шкале отношений в еще большей степени становятся числами: в первичной обработке с ними имеют смысл любые арифметические операции, то же можно делать и во вторичной.

6. Абсолютная шкала. Предыдущие «числовые» шкалы (интервальная и отношений) имели степени свободы: интервальная — две (произвольный нуль и единицу), отношений — одну (фиксированный, несдвигаемый нуль и произвольную единицу). Характерно, что «числовые» возможности данных в этих шкалах были ограничены: в интервальной шкале — операцией разности, в шкале отношений — арифметическими операциями.

Рассмотрим такую шкалу, которая имеет и абсолютный нуль, и абсолютную единицу. Эта шкала не имеет степеней свободы, она единственна, уникальна. Именно такими качествами обладает числовая ось, которую естественно назвать *абсолютной шкалой*. Важная отличительная особенность абсолютной шкалы состоит в том, что значения данных в ней не имеют размерности, наименований, ее единица абсолютна («штука»). Это придает данным в этой шкале особый статус (в английском языке их называют pure numbers — чистые числа) — с ними можно производить такие операции, которые недопустимы с поименованными числами. (Можно записать 2 см^2 , но бессмысленно $3^{2 \text{ см}}$.) Их можно употреблять в качестве показателя степени, основания логарифма, над ними допустимы любые тригонометрические и другие трансцендентные преобразования.

Числовая ось используется как измерительная шкала при счете предметов, а как вспомогательное средство присутствует во всех остальных шкалах. Внутренние свойства числовой оси, при всей кажущейся ее простоте, разнообразны и сложны — теория чисел не исчерпала их до конца. А некоторые безразмерные числовые отношения, обнаруживаемые и на самой оси, и в природе, вызывают изумление и восхищение: простые числа, числа Фибоначчи, гармонические отношения звуков, размеров; законы теории размерности и подобия; квантовые закономерности и т.д.

Итоговая таблица базовых измерительных шкал. Обсужденные выше шесть измерительных шкал не исчерпывают многообразие языков, на которых можно говорить о разнообразии реальности. Но они являются базовыми: остальные шкалы — производные от них, учитывающие некие сторонние, побочные, специфические условия. Для завершенности изложения важных особенностей базовых шкал приведем их сводную таблицу (табл. 5.2).

О других шкалах. Измерительная практика в разнообразных видах деятельности привела к целесообразности введения шкал, от-

Таблица 5.2

Итоговая таблица базовых измерительных шкал					
Тип шкалы	Определяющие отношения	Эквивалентное преобразование шкалы	Допустимые операции над данными (первичная обработка)	Вторичная обработка данных	Пример
Номинальная (наименований, классификаций)	Эквивалентность =	Перестановка классов, их переименования	Вычисление символа Кронекера $\delta_{ij} = \{1: x_i = x_j; 0: x_i \neq x_j\}$	Вычисление относительных частот и операции над ними	Имена, названия, номера домов и автомашин, знаки, символы
Порядковая (ординальная, ранговая)	То же и предпочтение =, >	Не меняющее порядка («монотонное»)	δ_{ij} и вычисление функции сравнения $C_{ij} = \{1: x_i \geq x_j; 0: x_i < x_j\}$	То же и вычисление рангов $R_j = \sum_{i=1}^N C_{ij}$ квантилей, операции над ними	Всевозможные упорядочения, балльные оценки
Интервальная	То же и постоянство отношения =, >, интервалов =, >, $\Delta y / \Delta x = \text{const}$	$Y = ax + b$ $a > 0, b \in R$	То же и вычисление интервалов $\Delta_{ij} = x_j - x_i$	Арифметические действия над интервалами	Температура, лето-исчисление, высота местности, географическая широта
Циклическая (периодическая)	То же и периодичность =, >, $y = x + b + \pi t, t = \text{const}, \pi = 1, 2, \dots$	$y = x + b + \pi t$	То же	То же	Направления на страны света, время суток, фазы колебаний, долгота, времена года
Отношений	То же и постоянство отношения замеров =, >, $y/x = \text{const}$	$Y = ax + 0$	Все арифметические операции	Все арифметические операции	Длина, вес, объем, масса, площадь, деньги
Абсолютная	То же и абсолютность нуля и единицы	Шкала уникальна (числовая ось)	Любые арифметические и трансцендентные операции	Любые операции над числами	Счет единиц чего-либо, определение долей, основа других шкал

личающихся от базовых. Учитывая предназначенность данного текста профессионалам любой специальности, ограничимся кратким перечислением наиболее употребительных модификаций измерительных шкал, чтобы при желании можно было найти более подробную информацию.

Очень распространены измерения непрерывных величин. Их значения поневоле фиксируются с конечной точностью, округленно. Особый случай представляют шкалы, когда конечное число разрядов определяется не разрядностью регистрирующего устройства, а классом точности измерительного устройства, когда увеличивать число разрядов бессмысленно. Оба типа шкал, в отличие от целочисленных дискретных шкал, называются *дискретизованными*. Обработка данных в дискретизованных шкалах имеет ряд особенностей.

Еще один практически важный класс шкал — *нелинейные*. Интервалы этих шкал не отвечают условиям аддитивности, т.е. «цена» единичного деления такой шкалы зависит от того, в какой части этой шкалы находится это деление. Примерами могут служить квадратичная, логарифмическая, экспоненциальная шкалы, «вероятностная бумага», многие номограммы.

Предпринимаются попытки заполнить пробел между «слабыми» (номинальной и порядковой) и «сильными» (числовыми) шкалами: шкала гиперупорядочения, шкала Черчмена — Акоффа.

В принципе каждый исследователь может построить собственную измерительную шкалу для лучшего представления результатов. Очень важно подчеркнуть, что каждая шкала должна сопровождаться перечнем допустимых операций первичной обработки, который специфичен для данной шкалы.

До сих пор речь шла о шкалах, основанных на четкой классификации: элемент либо принадлежал к классу, либо нет. Реальная жизнь привела к необходимости рассмотрения случаев, когда требование жесткой эквивалентности не выполняется, т.е. когда элемент может одновременно принадлежать к двум и более классам. Для описания таких ситуаций разработаны два подхода.

Первый основан на теории расплывчатых (нечетких) множеств. В этой теории принадлежность к классу описывается *функцией принадлежности*, которая характеризует степень уверенности, с которой мы относим объект к классу. Например, в какой степени сорокалетний человек относится к классу «молодые люди», а в какой степени к «немолодым»? В этой теории измерительной шкалой является шкала значений функции принадлежности.

Второй подход состоит в учете того, что распределения вероятностей классифицируемых переменных могут перекрываться. Принимая решение о принадлежности величины к тому или другому классу, мы рассекаем область значений переменной на четкие классы, в результате чего появляются вероятности ошибок (рис. 5.14). Обработкой случайных переменных занимается развитая область знаний — математическая статистика.

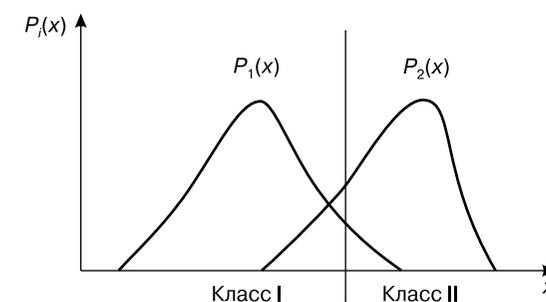


Рис. 5.14

При осуществлении эксперимента получаемый информационный «урожай» зависит от ряда факторов:

- а) как был организован опыт, какие значения и в каком порядке придавались управляемым переменным;
- б) каковы шумы, погрешности, искажения наблюдаемых переменных;
- в) насколько справедливы предположения, заложенные в нашу модель исследуемой системы;
- г) каковы способы, алгоритмы обработки полученных экспериментальных данных.

Значимость этих факторов различна в разных опытах, поэтому развиты специальные теории о том, как повысить качество выводов в зависимости от конкретной комбинации факторов. При необходимости можно обратиться к подходящей из них:

- теория интерполяции и экстраполяции;
- планирование эксперимента;
- непараметрическая статистика;
- робастные методы статистики;
- теория оптимизации;
- поиск и усиление закономерностей.

По этим ключевым словам можно найти в каталогах нужную литературу.

Зачем такие подробности? Действительно, предлагаемый текст адресован самому широкому кругу читателей: по убеждению автора, знание основ прикладного системного анализа необходимо, по крайней мере полезно, специалистам любой профессии. Ясно, что если дело дойдет до экспериментов, измерений и обработки полученных данных, особенно в сложных условиях, то редко кто станет все это делать сам, он обратится к специалистам, чтобы получить от них готовый результат.

Но практика показывает, что специалисты часто, пытаясь облегчить себе задачу, пренебрегают некоторыми тонкостями анализа данных, искренне полагая, что они несущественны. Типичным примером является нередко применяемая «оцифровка» качественных данных — классам в порядковой и номинальной шкалах присваиваются номера, а дальше эти номера обрабатываются не как символы, а как числа, с помощью арифметических операций. Но ведь это недопустимые операции для этих шкал! Другой пример — ослабление данных для приведения их к однообразию. В таблице с разношкальными данными сильные шкалы огрубляются до самой слабой (обычно порядковой), так что протокол эксперимента становится одношкальным, что облегчает обработку. В отличие от оцифровки, здесь происходит не навязывание чуждой информации, а отказ от части полезной. Это тоже снижает качество выводов.

Главной задачей при изложении данного этапа является направить внимание пользователя услуг по проведению экспериментов на проверку того, а не случилось ли использования недопустимых операций при обработке данных. Например, все числовые шкалы оперируют цифрами. Но мы уже знаем, что цифры в шкале интервалов, отношений и абсолютной должны обрабатываться *по-разному*. При приемке заказа рекомендуется посмотреть, нет ли в алгоритме обработки недопустимых операций.

Еще один важный момент следует иметь в виду — речь идет о согласовании информационной силы измерительной шкалы с информационным потенциалом наблюдаемого явления. Чем сильнее шкала, тем больше «информационный урожай» с эксперимента. Поэтому каждый экспериментатор старается использовать как можно более сильную шкалу. Но ведь нельзя наблюдение с произвольно устанавливаемым нулем считать принадлежащим к шкале отношений. Таким образом, при *прямых* наблюдениях желательнее шкалу измерений делать посильнее, но не сильнее самой природы явления.

Дело еще более осложняется при *косвенных* наблюдениях. Наблюдаемая величина, косвенно связанная с интересующим нас ненаблюдаемым явлением, может принадлежать к любой, в том числе и к самой сильной шкале; тогда как информационный потенциал самого явления может быть существенно ниже. Как обрабатывать данные эксперимента? Ответ состоит в том, чтобы при обработке косвенных данных, в сколь бы сильной шкале они ни фиксировались, не употреблять операций, недопустимых в шкале, отвечающей природе исследуемого явления. Приведем один шуточный и два серьезных примера.

Пусть мы решили измерить силу материнской любви. Прямому измерению эта характеристика не поддается, но можно фиксировать количество поощрений и наказаний, которыми мать наделяет дитя в день. Количество шлепков и конфеток фиксируются в самой сильной — абсолютной (!) шкале. Гипотеза состоит в предположении, что эти величины связаны монотонно с силой любви матери к дитяти. Но если у одной мамы соответствующие характеристики лучше, чем у другой, неправомерно заключить, что она в два раза сильнее любит свое дитя; можно только сказать, что она сильнее любит, так как сила любви принадлежит к качественной, порядковой шкале.

Второй пример взят из медицины. За показатель интенсивности патологического процесса принимается скорость выпадения осадка при добавлении в пробирку с кровью цитрата натрия; скорость осаждения измеряется в миллиметрах в единицу времени. Эта идея основана на том, что увеличение интенсивности воспаления приводит к повышению содержания глобулина, что увеличивает скорость выпадения осадка. Функциональный вид этой связи неизвестен, для разных пациентов различен и нелинеен: изменение пропорции цитрата натрия или времени осаждения приводит к непропорциональным изменениям высоты осадка. Теперь пусть для одного больного лекарство *A* привело к уменьшению осадка (за 10 минут) с 75 до 60 мм, а для другого лекарство *B* — с 65 до 55 мм. И время осаждения, и высота осадка измеряются в шкале отношений. Но отсюда нельзя заключать, что лекарство *A* эффективнее, так как оно привело к уменьшению осадка на 15 мм, а лекарство *B* — только на 10! Интенсивность воспаления принадлежит к порядковой шкале.

Третий пример — испытание умственных способностей, при котором измеряется время, затрачиваемое испытуемым на решение тестовой задачи. В таких экспериментах время хотя и измеряется в числовой шкале, но как мера интеллекта принадлежит к порядковой шкале.

Итак, главный пафос изложения данного этапа системного анализа направлен на то, чтобы при необходимости экспериментально-го исследования системы, с которой вам приходится работать, вы, сами ли будете осуществлять эксперименты, или будете заказывать их другим лицам, проверили бы, правильно ли обработаны экспериментальные данные.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое «активный» и «пассивный» эксперименты?
2. Чем отличаются прямые и косвенные измерения? Как следует учитывать разницу между ними при обработке данных эксперимента?
3. Усвоили ли вы характерные особенности базовых измерительных шкал? Например, заметили ли вы, что количественные шкалы различаются способами задания начал отсчета и единиц измерения?
4. Почему не следует всегда одинаково обрабатывать данные, относящиеся к разным измерительным шкалам?
5. Попробуйте опознать, в каких шкалах сделаны записи в каждом столбце на странице вашей зачетной книжки.

5.9. Этап девятый.

Построение и усовершенствование моделей

Как уже было отмечено в главе 3, без моделирования невозможна вообще никакая деятельность. В системном анализе модель проблемной ситуации нужна для того, чтобы на ней «проиграть» возможные варианты вмешательств, чтобы отсеять не только те, которые окажутся неумелыми, но и выбрать среди улучшающих наиболее (по нашим критериям) улучшающие.

Надо подчеркнуть, что вклад в построение модели ситуации делается на каждом предыдущем и на всех последующих этапах (и собственным вкладом, и решением о возврате на какой-то ранний этап для пополнения модели информацией). Поэтому на самом деле нет отдельного, особого «этапа построения модели». И все-таки стоит сосредоточить внимание на особенностях *построения* моделей, а точнее — их «*дистраивания*» (т.е. присоединения новых элементов или изъятия лишних). Вот и сделаем это в виде обособления данных операций как бы в отдельный этап анализа.

Многое важное для этой работы мы уже обсудили ранее.

Во-первых, в главе 2 мы обозначили тот факт, что типов моделей всего три: *черного ящика*, *состава и структуры* (и их нужные ком-

бинации). Там же были обсуждены трудности, с которыми столкнется тот, кому придется строить эти модели; не будем повторяться.

Во-вторых, в главе 3 были обсуждены способы построения моделей — *анализ и синтез*.

В-третьих, в главе 4 мы рассмотрели *метод проб и ошибок*, в ходе которого и осуществляется «достроение», модификация, коррекция моделей путем включения в нее новой информации, полученной при очередном эксперименте с системой.

В-четвертых, в разделе о языковых моделях мы подчеркнули, что по мере повышения степени изученности системы модель системы проходит путь от ее «мягкого», «рыхлого» оформления в вербальной, качественной форме, через наполнение новой информацией (и выражение в «профессиональных» языках), до (в случае необходимости, т.е. если проблема не решилась ранее) ее все более «жесткого», формализованного описания, в конце концов — математического.

Пожалуй, самым удивительным при попытках понять, как устроен мир, является то, что учтя лишь конечные совокупности отношений в бесконечном мире, мы часто добиваемся успехов в достижении наших целей. То ли мир устроен «просто», то ли мы сами весьма «ограниченны», то ли наше взаимодействие с миром «заужено» — это философские вопросы, а факт состоит в том, что конечные, упрощенные модели позволяют нам успешно познавать и преобразовывать (!) бесконечный мир. Но выяснилось, что для этого годятся не любые модели, а отвечающие ряду требований, обобщенных нами в понятии адекватности (глава 3).

О качественных моделях. Построение «мягких», «рыхлых» качественных моделей — больше искусство, чем наука. Но есть несколько полезных советов.

1. Следует разделить все входные факторы задачи на управляемые и неуправляемые. Управляемые переменные подвластны нам, неуправляемые характеризуют условия, ограничения задачи.

2. При выделении управляемых переменных надо иметь в виду, что связь между переменными может ошибочно приниматься за причинно-следственную. Приведем пример. В одном городе в США было обнаружено, что в тех районах, где загрязненность воздуха сажей больше, там и заболеваемость туберкулезом выше. Были приняты эффективные меры по борьбе с выбросами сажи в атмосферу. Через несколько лет загрязненность воздуха существенно уменьшилась, а заболеваемость туберкулезом — нет. Оказалось, что главной причиной болезни было недостаточное питание. А связь с загрязнением воздуха была косвенной: в районах с плохой экологией квартплата была ниже и там селились в ос-

новном бедные семьи, плохо питающиеся. Итак, ловушка в этом случае состоит в том, что мы относим к числу управляемых только известные, знакомые нам по опыту факторы. Обойти эту опасность можно, создавая междисциплинарные группы разработчиков, с разных сторон смотрящих на проблему.

3. При рассмотрении неуправляемых факторов очень перспективным для решения проблемы является превращение неуправляемой переменной в управляемую. (Вспомним пример с автобусной компанией из главы 1, когда оказалось, что продуктивно в часы пик вывести кондукторов из автобусов на остановки.) И, конечно, перспективно изучение фактора, не управляемого вследствие недостатка знаний о нем.

4. Полезно иметь в виду, что стремление свести все связи к причинно-следственным часто ведет к неадекватности модели. Желудь не является причиной дуба — необходимо множество других условий, без которых дуб не вырастет из желудя: почва, влага, температура, освещенность и т.д. Полезно использовать понятия направленной корреляции, продуцента — продукта, окружающей среды и условий и т.д.

5. Из научных конструкций, существенно продвигающих построение моделей в «мягкой» ситуации, обращают на себя внимание теория ситуационного управления московской школы, возглавляемой Д.А. Поспеловым, и теория обнаружения и усиления закономерностей новосибирской школы Н.Г. Загоруйко и Г.С. Лбова¹.

О количественных моделях. В практике все большее значение придается количественному моделированию. Модель «прозрачного ящика» (комбинация моделей черного ящика, состава и структуры системы) в этом случае воплощается в виде некоторой формулы или алгоритма, связывающих входные переменные X с выходными Y : $Y = n(X)$. Количественные модели могут быть описательными, феноменологическими, когда формула конструируется эвристически, а ее коэффициенты подбираются для наилучшего согласования с экспериментальными данными.

Важный аспект такого построения количественных моделей осветил Р. Акофф в своем 21-м «антизаконов менеджмента»:

«Чем меньше менеджеры понимают свой бизнес, тем больше переменных им требуется для его объяснения. $E = mc^2$ (специальная теория относительности) содержит одну независимую переменную,

m , и объясняет, пожалуй, наиболее сложное явление, понятное учеными. Тогда почему требуется тридцать пять переменных, чтобы объяснить, почему люди предпочитают конкретный магазин и покупают определенную крупу? Ответ очевиден: эти явления не поняты. Чем менее понятно что-то, тем больше переменных нужно для создания якобы объяснения этого.

Именно поэтому, когда менеджеры не понимают, что происходит, они собирают всю информацию, какую только могут. Не зная, какая информация релевантна, они боятся пропустить что-то существенное. Как следствие, они страдают гораздо больше от избытка несущественной информации, чем от недостатка существенной».

Предпочтительной является другая форма количественной модели, когда формула выводится из определенных теоретических предположений. В любом случае стоит задача идентификации модели, т.е. определение параметров модели, при которых теоретические предсказания и практические наблюдения согласуются наилучшим образом.

Контрольные вопросы

1. Какова разница между качественными и количественными моделями?
2. Что значит «превратить черный ящик в прозрачный»?
3. Что такое «идентификация модели»?

5.10. Этап десятый. Генерирование альтернатив

В любом системном исследовании наступает момент, когда требуется предлагать возможные варианты решения проблемы. В излагаемой технологии это действие производится в два этапа:

1) выявление расхождений между проблемным и целевым мессивами. Должны быть четко сформулированы различия между существующим сейчас (и неудовлетворительным) состоянием организации и будущим, наиболее желаемым, идеальным состоянием, к которому предполагается стремиться. Эти различия и есть те проблемы, ликвидацию которых и нужно спланировать;

2) предложение возможных вариантов устранения или уменьшения обнаруженных расхождений. Должны быть придуманы подлежащие осуществлению действия, процедуры, правила, проекты, программы и политики, — все компоненты менеджмента.

Процесс выдвижения, изобретения, придумывания таких вариантов и называется генерированием альтернатив. Это, несомненно,

¹ См.: Загоруйко Н.Г., Елкина В.Н., Лбов Г.С. Алгоритмы обнаружения эмпирических закономерностей. Новосибирск: Наука, 1985.

акт творчества, и встает вопрос, как его организовать, как сделать так, чтобы он был выполнен как можно лучше.

Факторы, влияющие на творчество. Не будучи в состоянии вникнуть в глубинные механизмы творческого процесса, психологи все же установили ряд факторов, влияющих на результативность попыток творить. Выявлены как позитивные, способствующие творчеству факторы, так и негативные, тормозящие его (узнаете модель черного ящика? — см. рис. 5.15). Ясно, что при сознательной организации этапа генерирования альтернатив положительные факторы следует намеренно поощрять, использовать, а отрицательные — блокировать, исключать, приглушать. А поскольку это можно делать разными способами и в разных комбинациях, то и методов генерирования альтернатив предложено и эксплуатируется много. Например, в «жестких» методологиях, направленных на решение хорошо формализуемых проблем (типа технических), таких технологий существует десятки.



Рис. 5.15

Для «мягких» технологий, работающих с «рыхлыми», слабо формализованными проблемами, в особенности в управлении социальными системами, отлаженных технологий генерирования альтернатив меньше, но их тоже больше десяти. Прежде чем описывать эти технологии, охарактеризуем сами факторы, используемые в них.

К первой группе факторов отнесем внешние условия, связанные с физиологическими особенностями человека: температуру, освещение, кондицию воздуха, звуковой фон, уютность обстановки — все это влияет на продуктивность творчества. Не вдаваясь в подробности, сразу приведем рекомендацию по учету этих факторов: необходимо создать некий достаточный комфорт для участников процедуры генерирования альтернатив и приспособленность помещения для работы: наличие средств презентации текущих результатов, компьютерной поддержки работы, удобств общения и т.д.

Вторая группа «внутренних» факторов связана с нашими психологическими особенностями.

Из позитивных факторов самым сильнодействующим для порождения новых идей является *общение с другими людьми* (не зря же

ученые придают большое значение своему участию в симпозиумах, конференциях; политики — съездам, собраниям; руководители — совещаниям; врачи — консилиумам и т.д.). Отсюда — рекомендация *проводить данный этап в виде коллективной, групповой работы*. Оказывается, что люди порождают больше идей при взаимодействии друг с другом, нежели стараясь придумать что-нибудь по отдельности. Доказано, что группа экспертов, располагающих одной и той же информацией о проблеме, генерирует намного больше вариантов ее решения, если они работают, обмениваясь по ходу дела информацией, чем действуя порознь.

Конечно, индивиды различаются по творческому потенциалу, и желательно иметь наивысший возможный результат, собрав талантливых людей, но в реальных ситуациях нас ограничивает ряд факторов.

Во-первых, доступ к авторитетным, опытным, высококвалифицированным экспертам обычно ограничен (в том числе и финансово); во-вторых, требование учета мнений и интересов непосредственных участников рассматриваемой проблемной ситуации (ведь целью является создание улучшающего вмешательства) означает необходимость их привлечения к личному участию в системном исследовании, поэтому приходится работать с теми, кто есть, с присущими им творческими возможностями. Следовательно, методика генерирования альтернатив должна быть инвариантной к изобретательским способностям его участников.

Наблюдение, что «ум хорошо, а два — лучше», имеет под собой два основания. Первое состоит в том, что новые идеи есть эмерджентный результат соединения известных идей, так что человек в поисках ответа на вопрос обшаривает закоулки своей памяти, ища то, что пригодится. Поскольку поле информации (мир моделей) у каждого индивида свое, то обязательно есть то, что один из них знает, а другой — нет. Поэтому общие возможности поиска «подходящего» у двоих больше, чем у одного (рис. 5.16); и, следовательно, еще одна рекомендация возникает по индукции: чем больше людей, тем шире общее поле априорной информации, на котором они станут искать подходящие идеи.

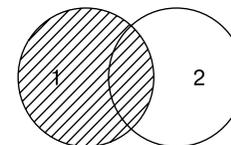


Рис. 5.16

Однако эмерджентный эффект группового творчества объясняется не только, и даже не столько тем, что объединяются индивидуальные знания. Главную роль начинает играть та особенность нашего мышления, которая названа его *ассоциативностью*. Предоставленный сам себе наш мозг непрерывно работает, переходя от одной мысли к другой. При этом каждая последующая мысль связана с предыдущей, как бы отталкивается от нее. В результате ход наших мыслей можно изобразить в виде непрерывной кривой блуждания по полю нашей информации (рис. 5.17; звездочками изображены «подходящие» для нашей проблемы идеи). Думая в одиночестве, мы используем внутреннюю ассоциацию, выискивая полезные идеи. Если же мы услышим, что придумали другие, то мы как бы перескакиваем с нашей внутренней траектории в такую область своей памяти, куда мы не заглядывали и не заглянули бы без этого внешнего воздействия. Таким образом, включается внешняя ассоциация, которая может натолкнуть на новую идею, не обнаруженную при поиске на внутренних ассоциациях (рис. 5.18). В этом и кроется вторая, и основная, причина эффективности группового творчества. Отсюда очередная рекомендация: для повышения эффективности технологии генерирования альтернатив в ней следует обеспечивать общение между исполнителями.

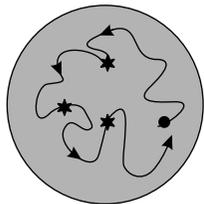


Рис. 5.17

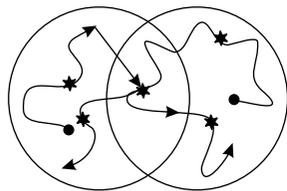


Рис. 5.18

Но тут вступают в действие другие психологические особенности людей. Оказывается, напряженная работа по выдумыванию

вариантов решения проблемы может длиться недолго: 30–45 минут, максимум час (не зря академический час в наших учебных заведениях длится 45 минут). После этого активность субъекта резко падает. А акт общения между двумя людьми занимает определенное время. Это значит, что за время активности творческой деятельности можно обеспечить ограниченное количество контактов (порядка 100). Это приводит к новой рекомендации: число участников не должно превышать 6–12 человек. (Это ограничение не жесткое, но отклонение от него: меньше 6 снижает, а больше 12 не повышает продуктивность работы.)

В совокупности с первой особенностью группового мышления (объединение индивидуальных знаний) можно сформулировать еще одну рекомендацию: желательно подбирать участников генерирования альтернатив как можно более разных по их априорной информации, возрасту, профессии, образованию, жизненному опыту и т.д. Это обеспечит максимальное расширение информационного поля для поиска новых идей при ограниченности числа участников (рис. 5.19).

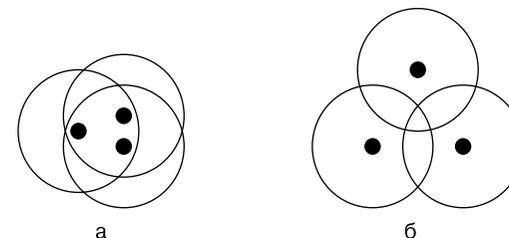


Рис. 5.19

С сожалением можно отметить, что факторов, отрицательно действующих на процесс творчества, гораздо больше, чем положительных. Приходится принимать меры по их нейтрализации. Заметно выделяются по их силе три таких фактора.

Первый — *ответственность за вносимое предложение*. Если человек чувствует, что за предложением идеи может последовать в каком-то виде ответственность за нее, он скорее всего воздержится от ее высказывания. Выдвижение идеи и ее реализация требуют разных качеств личности, и они нечасто соединяются в одном лице. Это не всегда понимается и принимается (вспомним времена, когда от всех ученых требовали «внедрения» их открытий в практику, и поговорку «Инициатива должна быть наказана», означающую возложение исполнения идеи на ее автора). Отсюда рекомендация: освободить уча-

стников генерирования альтернатив от ответственности за вносимые предложения. Это можно делать по-разному: либо юридически (подобно тому, как штабные офицеры, предлагающие варианты предстоящего боя, не отвечают за последствия варианта, выбранного командиром), либо организационно, обеспечивая анонимность автора (по примеру научных журналов, засекречивающих имена референтов, критикующих поступившие статьи).

Вторым сильно мешающим творчеству фактором является *критика*. Психика человека устроена так, что если он предвидит критику в свой адрес за вносимое предложение, он вообще не станет высказываться. Отсюда следующая рекомендация: в технологиях генерирования альтернатив нужно принять меры к блокировке критики. В некоторых социальных системах этот момент интерпретируется иначе — вспомним лозунг советских времен: «Критика и самокритика являются движущей силой нашего общества». На самом деле критика играет позитивную роль, только если она конструктивна, т.е. направлена не на личность, а на выдвижение конкурирующих идей и их сравнение. Это также надо учитывать в технологиях данного этапа.

Третья сильно тормозящая творчество причина — это *априорные ограничения на искомые решения*. В стремлении сэкономить интеллектуальные усилия мы сознательно или подсознательно отсекаем те кладовые нашей памяти, куда «не стоит» заглядывать. Кроме того, внешние воздействия (идеология, вера или предубеждения) могут накладывать свои запреты. Но иногда (а на данном этапе — часто) оказывается, что наиболее эффективные решения лежат именно там, «куда не стоит заглядывать».

В качестве наглядного примера воспроизведем задачу Р. Акоффа. Пусть заданы девять точек на сторонах и в центре квадрата (рис. 5.20). Задача: 1) соединить все точки непрерывной линией; 2) линия должна быть ломаной (т.е. состоять из отрезков прямой); 3) число отрезков не должно превышать четырех. Обычно оказывается, что многие испытывают затруднения в поисках решения, и только из-за того, что сами наложили на себя ограничение — ломаная линия не должна выходить за пределы квадрата. При этом ограничении решения не существует! Этого ограничения нет в постановке задачи! Стоит от него отказаться, и появляется целых четыре решения (одно показано на рис. 5.21). Кое-кто удивится, если сказать, что есть решения с числом отрезков, меньшим четырех. Но удивление исчезнет, если снять опять-таки неосознаваемое ограничение, будто листок, на котором нанесены точки, нельзя складывать:

его можно так сложить, что и три, и два, и даже один отрезок соединит все точки.

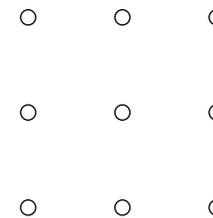


Рис. 5.20

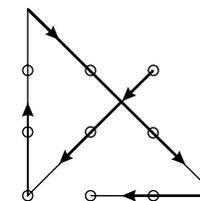


Рис. 5.21

Итак, мы пришли к рекомендации, что в технологии генерирования альтернатив следует включать мероприятия, по возможности снимающие или ослабляющие априорные ограничения. Это не просто, поскольку эти ограничения неявные. Но на двух примерах можно видеть, как это делается. Студентам-архитекторам предлагается наглядно вообразить и спроектировать дом при условии, что сила тяжести направлена не вниз, а вбок. Иногда предлагаемые новые конструкции могут использоваться в обычных условиях. Второй пример — идеализированное проектирование по Акоффу, когда исполнителям предлагается создать проект устраивающей их системы (взамен существующей и неустраивающей) без учета его физической, финансовой и т.д. реализуемости. Впоследствии оказывается, что многие качества идеализированного проекта могут быть осуществлены даже при неизбежных ограничениях.

Для случая решения проблем управления организацией (менеджмента) можно привести рекомендации по снятию априорных ограничений. В этом случае эти ограничения заключаются в том, какой моделью организации руководствуется менеджер. А снятие ограничений состоит в сообщении о существовании других моделей и пред-

ложении посмотреть на свою проблемную ситуацию с позиций этих других моделей (см. этап четвертый).

Разные технологии генерирования альтернатив. Поскольку указанные выше (а также другие) факторы, влияющие на творчество, можно использовать по-разному и в разных комбинациях, неудивительно, что предложено и эксплуатируется много разных технологий генерирования альтернатив. Существуют разные взгляды на то, как именно нужно это делать. В двух моментах (комфортность и коллективность) согласны все, а дальше начинаются расхождения.

Можно усмотреть два принципиально различающихся подхода. Сторонники первого считают абсолютно необходимым разделять этап предложения альтернатив и этап оценки выдвигаемых предложений. Этот подход обосновывается тем соображением, что оценка альтернативы — это ее критика, которая может удержать от предложения других идей. При таком подходе главной целью этапа генерирования альтернатив является порождение максимального количества идей, поскольку при этом повышается вероятность появления действительно хорошего предложения (анalogией может служить артиллерийская стрельба по площади, на которой находится цель с неизвестными точно координатами: чем больше снарядов выпущено по площади, тем выше вероятность поражения цели). Типичными технологиями первого подхода являются мозговой штурм, метод Делфи, морфологический анализ.

Сторонники второго подхода исходят из допустимости критики и дискуссий в ходе порождения альтернатив и считают целью не многочисленность альтернатив, а выход на небольшое, но качественное их число (две-три, а иногда — только одну). Типичные технологии этого подхода: метод ТКЖ, синектика, поисковая конференция, диалектический подход, идеализированное проектирование, ТРИЗ Альтшулера, методика «адвоката дьявола» и др.

Рассмотрим вкратце некоторые технологии.

Мозговой штурм (Brainstorming). Этот очень эффективный, легко реализуемый и широко используемый метод был предложен А. Осборном «с единственной целью — получить полный список идей». Важной особенностью его является абсолютный запрет на критику высказываемых идей — участники настоятельно предупреждаются об этом и в случае нарушения запрета виновный немедленно удаляется из группы.

Процедуру мозгового штурма можно описать как последовательность следующих этапов:

- 1) отбор нескольких максимально различных участников;
- 2) ознакомление их с правилами работы;
- 3) изложение всей имеющейся информации о проблеме;
- 4) использование любых психологических способов для повышения желания достичь успеха, создания атмосферы рабочего азарта, вдохновения группы;
- 5) явно сформулировать предвидимые априорные ограничения, сориентировать участников на их преодоление;
- 6) этап использования внутренних ассоциаций — участникам предлагается записать каждую возникшую у них идею на отдельной карточке (для удобства последующего анализа);
- 7) этап включения внешних ассоциаций — каждый участник (в произвольном порядке) оглашает свои результаты предыдущего этапа. Остальные записывают возникшие у них в ходе прослушивания новые идеи;
- 8) оглашение новых карточек продолжается, пока не иссякнет воображение участников штурма. Обычно это происходит через 30–40 минут с итогом в несколько десятков предложенных альтернатив. Затем все карточки собираются и передаются для анализа другой группе экспертов (хотя нередко сами участники штурма проявляют желание участвовать в этом).

Этот классический вариант мозгового штурма дополняется несколькими модификациями:

— перед «настоящим» штурмом проводить «разминочный» мозговой штурм на какой-нибудь простой проблеме, не связанной с основной. Это особенно полезно, если все в группе впервые участвуют в мозговом штурме;

— многократно чередовать внутреннюю и внешнюю ассоциации: три–пять минут молчания (и размышления) сменяются тремя–пятью минутами огласки идей, а затем — снова период молчания и т.д.;

— повторный мозговой штурм той же проблемы через два-три дня. Здесь используется тот факт, что в подсознании тоже постоянно идет активная обработка информации и за следующие после штурма дни могут возникнуть новые идеи; известны даже случаи, когда идеи рождались во сне, на прогулке и т.п.;

— «обратный» мозговой штурм, при котором целью является не порождение новых идей, а отыскание недостатков у существующего варианта и поиск способов их устранения;

— письменные варианты мозгового штурма («*brainwriting*»):

а) метод «6–3–5». Шесть человек записывают (каждый на своем листке) по три идеи. Затем листки передаются соседу слева. Тот

дополняет идеи пришедшего к нему листка любыми собственными ассоциациями в развитие первоначальных трех идей. Затем производится очередная передача листков по кругу в прежнем направлении, и следующий участник пополняет начальные три идеи своими дополнениями. Таких передач будет пять (откуда и название метода). Итогом работы будет шесть листков, на каждом из которых три корневых идеи первого автора и их развитие пятью соавторами. Если каждый соавтор добавит лишь по одной альтернативе к каждой из трех первоначальных, то и тогда на каждом листке окажется по 18 идей, а на всех шести листках 108,

б) метод «*brainwriting-pool*» («письменная складчина»). В отличие от «6–3–5» число участников может быть любым. Листки с первыми тремя идеями бросаются в общую кучу («пул»), из которой каждый наугад берет себе очередной листок, дополняет его и возвращает в пул. (Если случайно попался листок, который уже был у вас, его заменяют другим.) Процесс завершается по желанию участников.

Высокая эффективность мозгового штурма широко известна.

Метод Делфи (Delphi) чаще применяется для коллективной экспертизы, но его можно использовать и для генерирования альтернатив. В таком варианте метод отличается от мозгового штурма тем, что участникам обеспечивается анонимность — их предложения обнародуются без указания авторства. Это вначале осуществлялось путем передачи карточек координатору, который размножал их в печатной форме и раздавал участникам; в последние годы создано программное обеспечение, поддерживающее процедуру Делфи в сетевой конфигурации персональных компьютеров: каждый участник вводит свои предложения через клавиатуру и получает на экран своего компьютера предложения всех остальных. В связи с анонимностью текстов метод Делфи снимает запрет на критику: она автоматически не может иметь персональную направленность. Поэтому возникают своеобразные диалоги и дискуссии, влекущие внесение поправок и дополнений в исходные варианты.

Хотя теоретически число циклов процедуры Делфи не ограничено, на практике она завершается после трех-четырех итераций.

Морфологический анализ. Еще один оригинальный, простой и очень эффективный метод генерирования альтернатив был предложен Цвикки. Участникам предлагается не придумывать альтернативы сами по себе, а лишь выдвигать требования к ним и предлагать разумные градации этих требований.

Это действительно аналитический метод — по существу, речь идет о порождении модели состава, т.е. набора компонент, из которых впоследствии могут быть сконструированы альтернативы. Схема для морфологического анализа дана в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Таблица морфологического анализа вариантов

Свойство	C_1	C_2	C_3	...	C_i	...	C_m
Градация свойств	C_{11}	C_{21}	C_{31}	...	C_{i1}	...	C_{m1}
	C_{12}	C_{22}	C_{32}	...	C_{i2}	...	C_{m2}

	C_{1j}	C_{2j}	C_{3j}	C_{mNm}

	C_{1N}			

Участники стараются выдвинуть как можно больше требований к будущей системе, появление которой должно решить проблему, и для каждого требования найти рациональный набор градаций для осуществления той или иной степени выраженности предложенного качества.

Примеры морфологического анализа есть в книге Ф.И. Перегудова и Ф.П. Тарасенко¹. В разделе «Этап одиннадцатый. Выбор, или принятие решений» мы проведем морфологический анализ проблемы выбора.

Морфологический анализ порождает огромное количество альтернатив. Ведь альтернативы могут различаться хотя бы одним значением. В результате число N альтернатив равно $\prod_j n_j$, где m — число качеств; j — число градаций j -го качества; n_j легко достигает многих тысяч для одного акта анализа. Заботой специалистов будет впоследствии решить, какие из этих альтернатив заслуживают реализации; а у участников морфологического анализа одна забота — предложить как можно больше вариантов. Достоинством морфологического анализа является также возможность его выполнения одним человеком.

Перейдем теперь к другим технологиям, порождающим альтернативы, но не настолько строго разделяющим генерирование альтернатив от других операций системного анализа — как от предва-

¹ См.: Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа. 3-е изд., испр. и доп. Томск: НТЛ, 2001.

рительных шагов (например, структуризации проблемы), так и от последующих (например, оценки и отсеивания самих альтернатив).

Метод ТКЖ (в доступных источниках эта аббревиатура не расшифровывается) был предложен С. Кобаяши и А. Кавакитой. В этом методе сначала предлагается найти общую, приемлемую для всех стейкхолдеров формулировку проблемной ситуации, а затем по той же технологии сформулировать обобщенное решение проблемы.

Метод ТКЖ состоит в том, что участники генерируют: на первом этапе — формулировки фактов, относящихся к проблеме, а на втором — предложения конкретных действий по ее решению. Затем внесенные идеи агрегируются, обобщаются до получения одного-единственного предложения.

Алгоритм метода ТКЖ можно изложить следующим образом:

Этап 1. Определение проблемы.

1.1. Определить предмет озабоченности (проблему).

1.2. Участники записывают факты, относящиеся к проблеме, каждый факт на отдельной карточке. (Факты, приводимые экспертами, должны отвечать двум условиям: а) они должны иметь существенное отношение к проблеме; б) они должны быть объективно проверяемы.)

1.3. Карточки собираются, размножаются по числу участников, и каждый участник получает полный комплект карточек.

1.4. Записи на каждой карточке поочередно зачитываются вслух.

1.5. Участники отбирают из своего комплекта факты, имеющие отношение к только что оглашенному факту, образуя группу взаимосвязанных фактов.

1.6. Каждой такой группе фактов участник подыскивает обобщенное название, отражающее суть всей группы. Эти названия заносятся на отдельные карточки.

1.7. Затем выполняется этап 1.4 и последующие, пока все факты не будут внесены в какую-либо группу.

1.8. Оглашаются карточки с названиями групп.

1.9. Участники стараются объединить названия групп в новые, более общие группы со своими обобщающими характеристическими описаниями. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будет получено одно-единственное описание, охватывающее все факты. Это и станет описанием проблемной ситуации (проблемного месива) в целом.

Этап 2. Поиск улучшающего вмешательства.

2.1. Выполнение мозгового штурма (см. выше).

2.2. Карточки с предложениями возможных решений проблемы размножаются и раздаются участникам.

2.3. Содержание очередной карточки оглашается.

2.4. Участники выбирают предложения, которые могут быть объединены в некоторое единое, более общее предложение.

2.5. Это обобщающее предложение формулируется явно и записывается на новую карточку следующего уровня.

2.6. Обобщения снова оглашаются, и делаются усилия по их объединению в еще более общие формулировки до тех пор, пока не будет получена наиболее общая формулировка для мероприятий по решению проблемы.

В итоге предположительно должен появиться проект улучшающего вмешательства, учитывающий интересы всех сторон, вовлеченных в проблемную ситуацию.

Синектика. Синектика — процедура, разработанная У. Гордоном, который определил ее как «соединение разных и на первый взгляд несовместимых элементов» для разрешения парадокса или проблемы. Она основана на мышлении по аналогии и порождении метафор, т.е. установлении совместимости совершенно различных концепций по отношению к одной проблеме. Целью синектики является порождение одной, но высококачественной альтернативы.

Технология синектики начинается с определения «сути» проблемной ситуации. Ее конфликты и парадоксы выражаются в виде вопроса, охватывающего в самом общем виде уникальность ситуации, а затем ищется метафора, отвечающая на него. Метафора ищется в области, как можно более удаленной от проблемной ситуации; например, если проблема связана со слухом, можно пытаться искать метафору, связанную со зрением или осязанием.

Иллюстрацией может служить проблема, возникшая из-за того, что один из живущих в одной комнате хочет слушать громкую музыку, а другой хочет читать в тишине. Суть ситуации выражается вопросом: «Как осуществить громкую тишину?» Отвечающая на вопрос метафора: «Пуля, вошедшая в одно тело, не может поразить другое». Это наводит на предложение, чтобы любитель громкой музыки использовал наушники.

Процедура синектики может быть описана следующим образом:

1. Поиск сути проблемы.

1.1. Описание проблемы.

1.2. Анализ проблемы.

1.3. Формулировка сути проблемы.

2. Поиск метафоры.

2.1. Преобразовать формулировку сути в форму вопроса, навевающего воспоминания и эмоции, активизирующие воображение.

2.2. Нахождение метафоры, «отвечающей» на вопрос.

2.3. Анализ получившейся аналогии.

3. Поиск решения проблемы.

3.1. Определение функциональных требований к решению путем «подгонки» аналогии к проблеме.

3.2. Окончательная формулировка решения.

Поисковая конференция (Search conference). Ф. Эмери и Т. Вильямс разработали метод «поисковой конференции», т.е. исследовательского семинара, целью которой (-го) является найти эффективные способы адаптации организации к изменениям в окружающей среде. Метод близок к широко известному в экономике и менеджменте SWOT-анализу, но отличается в деталях. Алгоритмически поисковую конференцию можно описать следующим образом:

1) участникам предлагается дать их восприятие «тенденций в обществе в целом»;

2) ответы обобщаются, чтобы создать «картину изменений, происходящих в широком социальном поле, к которому принадлежит рассматриваемая система, но над которыми она не имеет (почти или совсем) прямого контроля»;

3) участники рассматривают «силы, которые определяли или, вероятно, будут определять эволюцию их организации или сообщества. На этой стадии участники могут сделать важные суждения о соответствующих целях своей системы»;

4) им следует «определить ограничения, которые неизбежно проистекают из нехватки ресурсов, из существующих структур и культуры»;

5) далее они формулируют «стратегии планируемой адаптации»;

6) затем обсуждается «вопрос, какие шаги необходимы, чтобы начать согласованные изменения».

Диалектический подход к решению проблем был развит С. Черчменом, Р. Мэйсоном, Дж. Эмшоффом, И. Майтрофом и др. Основная цель — явно высветить предположения, на которых будет основан план решения проблемы. Способ состоит в сознательном столкновении противоположных мнений. Две или более команды намеренно разрабатывают различные, конфликтующие решения одной и той же проблемы. Группы комплекуются так, чтобы они представляли разные позиции (разные уровни иерархии в организации, кратко- и долгосрочные горизонты планирования, разные стратегии, и т.д.). Конфронтация между

ними и их решениями и обнажает предположения, лежащие в основе их предложений. Во время дебатов сторонам допускается задавать вопросы для выяснения и уточнения позиций. Например, чем отличаются их исходные предположения? Кто из стейкхолдеров является наиболее важным для стороны? Насколько различаются их оценки важности предполагаемых вмешательств? Какие предположения другой стороны вызывают наибольшие сомнения или возражения? По итогам дискуссии стороны могут вносить изменения в свои предложения.

Затем лицо, принимающее решение, синтезирует свое решение с учетом аргументов обеих сторон.

Как и в большинстве ситуаций соперничества, диалектический подход драматичен. Каждая из сторон в итоговых дебатах старается сделать все возможное, чтобы убедить принимающего решение, что предлагаемый ею вариант лучше, чем у другой стороны. Третьей стороной, выслушав обе конфликтующие стороны и используя аргументы обеих, вырабатывает свое собственное решение.

Диалектическая процедура обнажает произвольность некоторых ограничительных предположений и выявляет их последствия. Она фокусирует внимание на следствиях, выводимых из данных, и показывает, что одни и те же данные могут интерпретироваться по-разному в зависимости от сделанных предположений.

Можно изложить диалектический процесс в виде следующего алгоритма.

1. Подготовка.

1.1. Лицо, принимающее решение, создает две или более группы, обеспечив их одинаковыми целевыми установками и набором исходных данных.

1.2. Каждая группа разрабатывает решение, заведомо конфликтующее с предложением другой группы. При этом предположения формулируются настолько четко, явно, насколько это возможно.

2. Конфронтация.

2.1. Каждая команда представляет свой вариант лицу, принимающему решение, в присутствии противоборствующей стороны и защищает его изо всех сил.

2.2. После презентаций каждая команда атакует другую, стараясь ослабить позиции противника и усилить свои.

2.3. Принимающий решение может задавать вопросы любой из сторон в любой момент.

3. Синтез.

Лицо, принимающее решение, формулирует свое собственное решение, используя информацию, предоставленную обеими проти-

воборствующими сторонами, и явно выделяет аргументы, на которых основано третейское решение, чтобы их можно было бы проследить в ходе реализации принятого решения.

Идеализированное проектирование. Мы уже описывали разработанный Акоффом метод при рассмотрении этапа целевыявления. Приведем сейчас более детальное его описание.

Идеализированный проект — это то, что стэйкхолдерам хотелось бы иметь, если бы они могли иметь любую желаемую систему. Этот проект должен быть технологически реализуем и операционно жизнеспособен, т.е. мог существовать, будучи осуществлен, — но он может быть составлен без учета того, когда и как он может быть реализован. Кроме того, система должна быть спроектирована так, чтобы быть способной к быстрому и эффективному обучению и адаптации. Это требует, чтобы:

- 1) стэйкхолдеры системы могли вносить изменения в проект при желании на любом этапе;
- 2) если возникает объективно неразрешимое сейчас условие проекта, то в сам проект системы должна быть встроена практическая процедура для разрешения его;
- 3) система должна быть спроектирована так, чтобы все решения, принимаемые в ней, и предположения, на которых основываются эти решения, были подвержены непрерывному контролю.

Результат такого проектирования не утопичен и не является идеалистичной системой, так как он может быть улучшен извне и самоулучшаться; скорее он является наилучшей системой, стремящейся к идеалу, который могут вообразить его создатели.

Идеализированное проектирование можно описать в виде трех действий:

- 1) выбор миссии — генеральной цели проектируемой системы, ее роли в охватывающей, большей системе, частью которой является сама система и ее стэйкхолдеры;
- 2) определение желаемых проектантом и стэйкхолдерами свойств будущей системы;
- 3) проектирование системы, т.е. определение того, как реализовать названные свойства.

Итоговый проект должен покрывать каждый аспект системы: ее социальные и технологические процессы, организацию, систему управления, входы, выходы и т.д.

Обычно изготавливаются две версии проекта: ограниченная (т.е. без существенных изменений в окружающей среде существующей системы) и неограниченная (т.е. с ее изменением).

Процесс идеализации освобождает его участников от даже неосознанно накладываемых на себя ограничений, поскольку он отбрасывает соображения реализуемости. Когда такой проект завершен, обычно его разработчики осознают, что его большая часть вполне реализуема и что они сами являются основной препоной для будущего, которого они так желают.

Интерактивное планирование состоит из шести взаимосвязанных действий, осуществляемых одновременно, так как весь процесс ведется непрерывно:

- 1) формулирование проблемного месива;
- 2) планирование целей (технологически осуществимых);
- 3) планирование средств (политик, программ, проектов, операций и т.д.);
- 4) планирование ресурсов (деньги, кадры, оборудование, помещения, необходимые товары и услуги, информация);
- 5) проектирование процесса реализации планов (кто, что, где и когда должен делать, как распределятся ресурсы);
- 6) проектирование управления (как будет осуществляться мониторинг, обучение и адаптация организации).

Подробное описание этого метода дано в книге Р. Акоффа и др. «Идеализированное проектирование», изданной на русском языке издательством Баланс Бизнес Букс (Днепропетровск, Украина) в 2007 г.

О других технологиях. Известно еще несколько технологий, способствующих творческому процессу, которые базируются не на теоретических положениях, а на практическом опыте; они скорее «инженерны», чем «научны». Подобно тому как инженеры запустили ракеты раньше, чем была разработана теория баллистики; как мосты, плотины, здания строили до создания теорий конструкций и сопромата, так и ряд процедур, улучшающих творческий процесс, был предложен без определения понятия самого творчества и теории, его объясняющего¹. Из числа упомянутых там методов приведем предложенный 30 лет назад де Боно метод «бокового мышления» («lateral thinking»), состоящий в реструктуризации данных и понятийных комбинаций в нечто новое.

Подход Эдварда де Боно основан на идее привлечения правополушарного (образного, эмоционального, интуитивного) мышления

¹ Раздел, посвященный обзору таких методов, содержится в статье Р. Акоффа и Е. Вергар «Творчество в решении проблем и планировании» (European Journal of Operational Research. 1981. № 7. Р. 1–13; следует тут же отметить, что существенная часть данного параграфа основана на этой замечательной статье).

к генерированию альтернатив, наряду с левополушарным (логическим, формальным). В ряде его публикаций предлагается собрание эвристических, эмпирических приемов, способствующих появлению новых идей (например, «Десять правил простоты» Э. де Боно¹) или такие советы как:

- 1) генерировать альтернативные способы описания ситуации;
- 2) явно сформулировать предположения и подвергнуть их критическому рассмотрению;
- 3) выявить повторяющиеся темы и модифицировать их;
- 4) выявить использование стереотипов и заменить их;
- 5) выявить повторяющиеся препятствия и преодолеть их;
- 6) сознательно направить внимание на области, ранее не замечаемые;
- 7) выявить аспекты ситуации, рассматриваемые впервые, и уже известные, но рассматриваемые с другой точки зрения;
- 8) найти другие способы декомпозиции и агрегирования проблемной ситуации;
- 9) использовать случайное привнесение новых элементов в проблемную ситуацию.

Однако, де Боно предложил две технологии генерирования альтернатив.

Первая технология названа им «*Random Entry*» — *метод случайных ассоциаций*. Случайным образом (например, наугад из словаря) набирается несколько любых слов, а затем группа ищет ассоциации каждого слова с решаемой проблемой, направленные на ее решение. Например, для поиска идей по привлечению клиентов банка путем предоставления им новых услуг были выбраны слова «группа (музыкантов)», «церковь», «компьютер» и «шутка». Ассоциации по первому слову породили предложения по музыкальному сопровождению работы банка; по второму — использовать в банке приятные ароматы, как в церкви; среди идей по третьему слову — обеспечение клиентам свободного доступа в Интернет в филиалах банка, меры защиты клиента во время пользования банкоматом, дарение клиентам электронных арифмометров; по четвертому — создание остроумного маркетингового лозунга, показ смешных мультфильмов в зале ожидания; и т.д.

Вторая технология Э. де Боно — «*Six Thinking Hats*» — поочередное групповое рассмотрение важных аспектов искомого варианта решения проблемы. Де Боно считает, что всестороннее рассмотрение

любой проблемы состоит из учета шести аспектов. В ряде технологий (например, в обычном мозговом штурме) каждому участнику предлагается размышлять в любом из этих направлений по его усмотрению. Де Боно считает, что из-за невозможности сосредотачивать внимание сразу на всех аспектах упускается много полезных идей. Он предлагает сосредотачивать внимание группы поочередно на каждом из шести главных аспектов. Для этого на стол кладется одна из шести разноцветных шляп, и группа ведет мозговой штурм только в данном направлении:

- 1) сбор фактов — Белая шляпа;
- 2) положительные аспекты: возможности — Желтая шляпа;
- 3) отрицательные аспекты: угрозы — Черная шляпа;
- 4) варианты, отличающиеся от предложенных, — Зеленая шляпа;
- 5) эмоции, связанные с предложенным вариантом, — Красная шляпа;
- 6) организационные и операционные аспекты — Синяя шляпа.

Как видим, метод направлен не только на предложение альтернатив, но и на вопросы их реализации, и рассмотрение последствий.

В заключение данного этапа отметим, что все перечисленные методы предназначены для решения «мягких», «рыхлых» проблем («жесткие» проблемы решаются методами оптимизации). Приведенный перечень методов содержит те, которые наиболее опробованы и обнародованы; это не исчерпывает всех возможностей, и есть множество публикаций по другим (в основном эмпирически найденным) технологиям. Выделим среди них теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ) Альтшулера.

Контрольные вопросы и задания

1. Почему на данном этапе групповое творчество предпочтительнее индивидуального?
2. Назовите три фактора, сильно тормозящих творческий процесс.
3. Опишите алгоритм мозгового штурма.
4. Почему в технологии Делфи допускается критика высказанных идей?
5. Чем отличается морфологический анализ от мозгового штурма?

5.11. Этап одиннадцатый. Выбор, или принятие решения

Выбор как стремление реализовать цель. Рано или поздно наступает момент, когда дальнейшие действия могут быть различными, приводящими к разным результатам, а реализовать можно толь-

¹ См.: Bono E. de. *Simplicity*. London: Penguin, 1999.

ко одно действие, причем вернуться к ситуации, имевшей место в этот момент, уже нельзя. Наступает момент *выбора*.

Естественно, выбирается тот вариант, который наиболее (по мнению выбирающего) соответствует его цели. Именно выбор является реализацией целенаправленности всей деятельности субъекта.

Способность сделать правильный (т.е. наиболее приближающий к осуществлению цели) выбор — очень ценное качество, присущее людям в разной степени. Великие полководцы, выдающиеся политики, гениальные инженеры и ученые, талантливые администраторы отличались и отличаются от своих коллег или соперников прежде всего умением принимать лучшие решения, делать лучший выбор.

Естественно стремление понять, что такое «хороший» выбор, выработать рекомендации, как приблизиться к наилучшему решению, а если возможно, то и предложить точный алгоритм получения такого решения. Выяснилось, что разнообразие ситуаций простирается от хорошо изученных, достаточно формализованных, описываемых математически (так называемых «жестких», «твердых» — hard) ситуаций до плохо структурированных, описываемых на разговорном или профессиональных, далеких от математического, языках («мягких», «рыхлых» — soft) ситуаций с различными промежуточными вариантами.

Для «жестких» задач выбора разработана вполне строгая формальная методика нахождения наилучшего в заданных условиях (*оптимального*) решения. В случае «рыхлой» постановки задачи осознана неединственность решения и разработана «мягкая» технология поиска приемлемых, «улучшающих» вмешательств. В промежуточных случаях сочетаются (в разных пропорциях) интеллектуальные способности человека решать неформальные задачи и подходящие формальные методы математики и компьютерного моделирования (системы поддержки принятия решений, экспертные системы, базы данных, автоматизированные системы управления и т.п.).

На предыдущих этапах системного анализа было подготовлено все необходимое для выбора: есть множество альтернатив, на котором предстоит сделать выбор (этап десятый); определены цели, ради достижения которых производится выбор (этап шестой); выбраны критерии для сравнения альтернатив по степени их пригодности для достижения целей (этап седьмой). Данный же этап посвящен рассмотрению проблем собственно выбора, т.е. процесса принятия решений.

В самом общем виде выбор можно определить как *целевое сужение множества альтернатив*: часть этого множества X признается приемлемым ($C(X)$ на рис. 5.22), остальные отвергаются. Обычно стараются свести к одной-единственной альтернативе, но иногда это неразумно или даже невозможно.

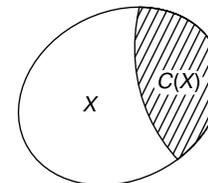


Рис. 5.22

Стремление к тому, чтобы наш выбор был как можно более правильным, побуждает к построению некоторой теории выбора, которая предлагала бы средства синтеза алгоритмов выбора и их анализа (сравнения). Однако попытки построить «общую теорию принятия решения» наталкиваются на серьезные трудности.

Множественность задач выбора. Выясним разнообразие ситуаций выбора с помощью метода морфологического анализа. В соответствии с этим методом перечислим факторы, определяющие характер выбора, и их градации.

1. Множество альтернатив X может быть конечным, счетным или континуальным (что требует разных методов оптимизации).
2. Типы критериев могут принадлежать разным измерительным шкалам (грубо разобьем их на качественные и количественные).
3. Число критериев тоже влияет на методику выбора: весьма существенна разница между одно- и многокритериальными задачами.
4. Число лиц, принимающих решение (ЛПР), тоже приводит к совершенно разным способам выбора (будем различать односторонний и многосторонний выборы).
5. Степень согласия между ЛПР существенно влияет на способ выбора. По-разному принимаются решения при совпадении интересов сторон (коллективный выбор) и при их противоположности (выбор в конфликтной ситуации). Возможны промежуточные случаи (компромиссный выбор, коалиционный выбор, выбор в условиях конфликта, выбор при переменной конфликтности).
6. Характер неопределенности последствий выбора — варьируется от полной определенности (когда точно известны последствия

выбора каждой альтернативы) до неопределенности разного типа: незнания последствий, знания вероятностей исходов, расплывчатой неопределенности. Каждый из этих вариантов требует совершенно специфического подхода, иных математических методов.

7. Повторяемость ситуации выбора. Различны подходы к принятию решений при разовом (уникальном, неповторяемом, первом) выборе и выборе повторном, многократном в аналогичных ситуациях, допускающем использование предыдущего опыта, с учителем или без него и т.д.

8. Ответственность за последствия выбора. Неверный выбор ведет к потерям. Потери могут быть приемлемыми, небольшими, а могут быть нетерпимыми, недопустимыми. Конечно, в этих случаях выбор нужно делать по-разному.

Уже учет только перечисленных факторов дает $3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 4 \times 4 \times 2 \times 2 = 800$ вариантов задач выбора. Каждый из них требует специального сочетания методов из разных областей знаний. Становится понятным, почему нет (и не может быть) универсальной теории принятия решений. И действительно, разработаны различные теории для разных типов ситуаций выбора: теория оптимизации (определенность исхода, односторонний выбор, одно- или многокритериальные задачи); математическая статистика (стохастическая неопределенность); теория размытых множеств (расплывчатая неопределенность); теория коллективного выбора (многосторонний выбор при единстве цели); теория игр (многосторонний конфликтный выбор) и т.д. Для некоторых ситуаций пока не найдено алгоритмических решений (неявное задание критериев, незнание существенных параметров и т.д.), когда приходится действовать «по интуиции», «согласно здравому смыслу», «наугад» и пр.

В рамках данного курса представляется полезным дать обзор наиболее часто встречающихся ситуаций выбора и употребляемых в этих случаях методов принятия решений.

Критериальный выбор. Основой данного варианта выбора является предположение о том, что каждую отдельно взятую альтернативу можно оценить конкретным числом (значением критериальной функции). Тогда сравнение альтернатив сводится к сравнению соответствующих им чисел.

Пусть x — некоторая альтернатива из множества X . Считается, что для всех $x \in X$ может быть задана функция $q(x)$, которая называется *критерием* (*критерием качества, условной функцией, функцией предпочтения, функцией полезности* и т.д.) и обладает тем свойством, что если альтернатива x_i предпочтительнее альтернативы x_j (будем обозначать это $x_i > x_j$), то $q(x_i) > q(x_j)$, и обратно:

$$[x_j > x_i] \Leftrightarrow [q(x_j) > q(x_i)].$$

Если теперь сделать еще одно важное предположение, что выбор любой альтернативы приводит к однозначно известным последствиям (т.е. считается, что выбор осуществляется в условиях полной определенности) и значение $q(x)$ численно выражает оценку этих последствий, то наилучшей альтернативой x^* является, естественно, та, которая обладает наибольшим значением критерия:

$$x^* = \arg \left[\max_{x \in X} q(x) \right].$$

Задача отыскания x^* , простая по постановке, часто оказывается сложной для решения, поскольку метод ее решения (да и сама возможность решения) определяется как характером множества X (размерностью вектора x и принадлежностью его компонент к конечному, дискретному или континуальному множествам), так и типом критерия (является ли $q(x)$ функцией или функционалом, каким именно, заданным явно или неявно, в виде равенства или неравенства и т.д.). Университетский курс методов оптимизации, посвященный решению таких задач, является одним из самых объемных и сложных. Но сложности эти технические, а в принципе задача проста: нужно максимизировать критерий при заданных ограничениях.

Задача существенно усложняется при переходе от единственного к нескольким критериям. Правильнее даже будет сказать, что многокритериальная задача принципиально отличается от однокритериальной. Это проявляется уже на примере двухкритериальной задачи (рис. 5.23).

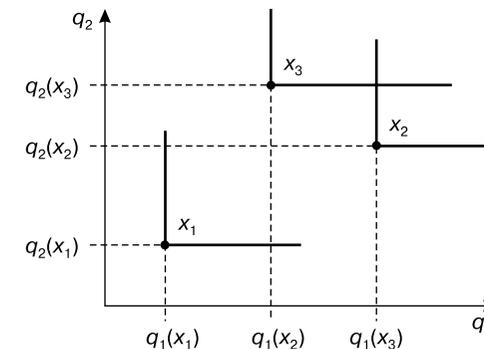


Рис. 5.23

Если сравнивать альтернативы x_1 и x_2 или x_1 и x_3 , то никаких сомнений не возникает, поскольку и x_2 и x_3 по обоим критериям q_1 и q_2 лучше x_1 . Но как сделать выбор между x_2 и x_3 ? Каждый из них лучше другого по одному критерию и хуже — по другому.

В теории выбора произошла история, подобная анекдоту, в котором математика попросили описать алгоритм получения чая. «Все просто, — ответил он. — Нужно в чайник налить воды, поставить его на огонь, довести до кипения, бросить в него заварку. Через три минуты чай готов». А если вам дадут чайник с водой? «Нужно вылить воду из чайника, и задача сводится к предыдущей» — был ответ. История состоит в том, что были сделаны попытки решать многокритериальную задачу путем сведения ее к однокритериальной (или последовательности однокритериальных), так как способ решения последней очевиден. Было разработано несколько методов, из числа которых стали (к сожалению) употребительными следующие.

Построение «суперкритерия», «глобального критерия» $q_0(x)$ как некоторой комбинации локальных критериев $q_1(x)$, ..., $q_k(x)$:

$$q_0(x) = f[q_1(x), q_2(x), \dots, q_k(x)].$$

Наряду с техническими сложностями объединения критериев, измеряемых в разных шкалах (сложности решаемы искусственными приведениями их к одной шкале), все упирается в выбор упорядочивающей функции f : ее задание будет приводить к выбору единственной альтернативы, но при переходе к другой упорядочивающей функции выбор будет иным. Чувствуется наличие нежелательного, но неизбежного произвола.

Условная оптимизация, при которой выделяется один «наиболее важный» критерий, остальные переводятся в разряд условий, т.е. фиксируются на приемлемом для заказчика уровне. Вариантом такой задачи является задание условий в виде неравенств. И в этом случае налицо произвольность получаемого решения, которое зависит от задаваемых условий.

Метод уступок, при котором критерии упорядочиваются по важности, а затем оптимизация производится по наиболее важному критерию. После этого назначается уступка по этому критерию, т.е. величина, на которую мы согласны понизить достигнутое значение первого критерия, чтобы в пределах этой уступки максимально повысить значение второго. И так далее. Здесь произвол присутствует в виде упорядочения критериев и величин уступок по каждому из них.

Лексикографическое упорядочение. В отличие от метода уступок, критерии считаются настолько сильно отличающимися по важности, что применение следующего критерия производится только в том случае, если предыдущий дал неоднозначный ответ, и без всяких уступок. Термин «лексикографический» применен в связи с тем, что этот принцип используется в словарях: там упорядочение слов соответствует порядку букв алфавита в искомом слове.

Метод задания уровня притязаний. В отличие от предыдущих методов в данном случае производится не поиск лучшей (в том или ином смысле) альтернативы, а задание ее желательных качеств и проверка, есть ли среди наличных альтернатив X именно такая. При положительном ответе желательно указать существующие превосходящие заданную альтернативы, при отрицательном — существующие ближайшие по заданным критериям.

Хотя через каждые два года проводятся международные симпозиумы Ассоциации многокритериального принятия решений (MCDM: Multy-Criterial Decision Making), где обсуждаются новые варианты перечисленных выше методов, отметим, что все эти методы суть попытки применить однокритериальное мышление к многокритериальному случаю. Инертность мышления заставляет искать единственно верное решение, тогда как в многокритериальном случае такового, как правило, не существует.

Между тем адекватное решение многокритериальных задач было предложено еще в начале прошлого века математиком-экономистом Парето. Оно основано на том, что предпочтение одной альтернативе перед другой следует отдавать, только если первая по всем критериям лучше второй. Если же предпочтение хотя бы по одному критерию расходится с предпочтением по другому, то такие альтернативы признаются несравнимыми и одинаково предпочтительными.

На примере рис. 5.23 введем понятия доминирующих и доминируемых альтернатив. Альтернатива, по всем критериям уступающая другой (x_1 на x_2 ; x_1 на x_3), называется *доминируемой*, а превосходящая ее по *всем* критериям — *доминирующей*. Теперь выбор в многокритериальном случае становится очевидным: следует отбросить все доминируемые альтернативы. Но результат в общем случае становится неоднозначным, например в случае, представленном на рис. 5.23, итогом выбора являются x_2 и x_3 ; лучше их по обоим критериям вариантов нет, а между собой они *несравнимы*.

Множество недоминируемых альтернатив называют *паретовским множеством*. Это и есть адекватное решение многокритериальной задачи.

Однако в реальной жизни можно реализовать только один вариант, и возникает вопрос: какой из вариантов из паретовского множества надо осуществлять? Встает вопрос о выборе на паретовском множестве. Его элементы несравнимы, т.е. одинаковы в том смысле, что лучше их по всем критериям нет, поэтому выбрать можно любой. Есть разные способы выбора в такой ситуации.

Волевой выбор: лицо, принимающее решение, самостоятельно определяет, какой вариант осуществлять, либо прибегает к услугам экспертов.

Случайный выбор: решение отдается воле случая (бросание монеты, игральной кости и т.п.).

Введение дополнительных критериев, различающих альтернативы из паретовского множества (в частности, применение глобального критерия или введение нового).

Интересный вариант выбора на паретовском множестве предложили Д.С. Хэммонд, Р.Л. Кини, Г. Райффа¹.

Трудность сравнения и выбора между данными, выраженными в различных измерительных шкалах, предлагается преодолевать методом «равноценного обмена». Идея состоит в том, чтобы сравнивать не сами данные (они в принципе несравнимы), а сопоставлять выигрыш или потери, которые получаются в результате предпочтения одного другому.

Метод разработан для случая выбора среди нескольких альтернатив по совокупности нескольких критериев, — ситуации, типичной в управленческой практике. Метод можно изложить в виде следующего алгоритма:

1) ситуация представляется двумерной «Таблицей последствий» (аналог таблицы «Объект — свойства»), по вертикали которой перечисляются критерии («цели»), а по горизонтали сравниваемые варианты. Таблица заполняется целиком, случай пропущенных данных (незаполненных ячеек таблицы) не рассматривается;

2) устраняются все доминируемые альтернативы;

3) если значения какого-то критерия для всех недоминируемых альтернатив совпадают, этот критерий можно исключить из рассмотрения как несущественный для выбора;

4) делается попытка привести некоторый неравнозначный критерий к одному значению для всех альтернатив, чтобы его можно было

исключить из рассмотрения. Предлагается делать это методом «равноценного обмена», увеличивая значение одного критерия, уменьшая значение другого на эквивалентную (по потерям) величину. Если это удается, данный критерий исключается;

5) этап 4 применяется к каждому критерию, пока не останется одна альтернатива или один критерий, по которому и осуществляется выбор.

Главной трудностью этой методики является определение стоимости изменения величины каждого критерия. Например, при выборе между рейсами разных авиакомпаний трудно осуществить обмен степени безопасности на удобство времени вылета. В таких случаях рекомендуется перейти к рассмотрению более легко сравнимых пар критериев. Может случиться, что сделав самые простые обмены, вы получите решение, и не потребуется ломать голову над сложными обменами.

Главный итог данного раздела состоит в том, что для многокритериальной задачи не существует единственно верного решения, есть некоторое (паретовское) множество приемлемых решений, из которых можно принять любое.

Выбор на основе парных сравнений. В реальной жизни часто встречаются случаи, когда никакие критерии не позволяют выделить «самую лучшую» альтернативу. Например, у боксера можно измерить вес, объем мышц, определить скорость реакции и т.д., но по этим данным нельзя предсказать, станет ли он чемпионом. В таких случаях критериальный язык теряет смысл, а с ним и соответствующие методы становятся неприменимыми.

Однако, хотя адекватная оценка отдельной альтернативы при этом невозможна, существует возможность поставить две альтернативы в такую соревновательную ситуацию, где они в реальности сравнили бы свои качества, и исход такого соревнования определит их порядок предпочтения. Примерами таких ситуаций являются турниры, конкурсы, бои — любые парные сравнения.

Если альтернатив больше, чем две, то возникает вопрос: как выделить среди них наиболее предпочтительную, если мы располагаем только результатами попарных сравнений? По поводу такой задачи созданы довольно разветвленные математические теории, поскольку множество альтернатив может быть конечным, счетным или непрерывным, а сами отношения между парами можно описывать по-разному. Для наших целей ограничимся представлением парных сравнений так называемым графом предпочтений.

Граф предпочтений — это рисунок, который получается следующим образом (рис. 5.24).

¹ Хэммонд Д.С., Кини Р.Л., Райффа Г. Равноценный обмен: рациональный подход к достижению компромисса // Эффективное принятие решений. Серия «Harvard Business Review», М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. С. 27–48.

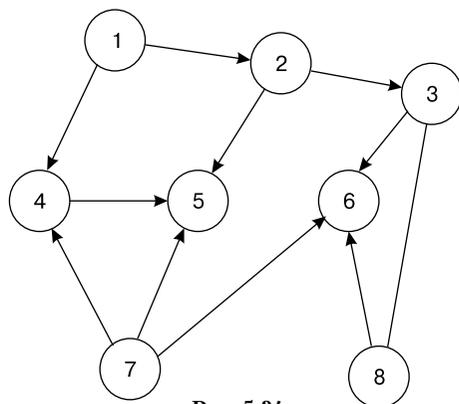


Рис. 5.24

На рисунке 5.24:

- 1) кружочками изображаются альтернативы;
- 2) они пронумеровываются (это будут вершины графа);
- 3) если какие-то две альтернативы сравниваются, между ними проводится линия (называемая ребром или дугой графа);
- 4) если в сравнении «победила» одна альтернатива, это обозначается стрелкой в сторону проигравшего;
- 5) если исход ничейный, линия остается ненаправленной.

Располагая таким протоколом наблюдений, можно выделить «самые лучшие» альтернативы. Для этого нужно определить критерий, кого считать «лучшим», и сделать это можно по-разному. Например, считать лучшим того, кто не проиграл ни разу. Тогда выделятся альтернативы 1, 7 и 8. Можно (для различия между ними) взять критерием количество выигранных «боев»; тогда лучшей станет 7-я альтернатива. Но может вызвать возражение проведение неординарного числа боев для разных участников. Становится ясным, что для справедливого сравнения нужно провести встречи «каждого с каждым». Правда, и при этом может не оказаться «самого лучшего» по избранному критерию (например, не окажется того, кто не проиграл ни разу). Придется вводить другие критерии. Но главным препятствием для получения полного набора парных сравнений становится их большое количество — $N(N-1)$ — при больших N , поэтому стало бы невозможным определение чемпиона мира ни по одному виду спорта. Правда, спортсмены разработали сокращенные, приближенные способы определения лидера — либо зональные соревнования с последующими сражениями между победителями зон, либо олимпийская система с выбыванием после первого переигрывания.

Об общей теории выбора. В реальной практике выбора встречаются случаи, когда и основное предположение теории парных сравнений не выполняется. Оно состоит в том, что порядок предпочтения в паре определяется только качествами сравниваемых альтернатив и не зависит от наличия или отсутствия других альтернатив. Если это не так (например, выбор между молотым кофе или в зернах зависит от наличия у вас кофемолки), то и язык парных сравнений теряет свое значение. Мало смысла строить теории сравнения на основе отношений между тремя, четырьмя и т.д. вариантами.

Предложен очень высокой степени абстракции язык «глобальных функций множеств». Он основан на понятии функции выбора. Эта функция $C(X) \subset X$ имеет своим «аргументом» все множество X альтернатив $x \in X$, а ее «значением» является некоторое подмножество множества X (от пустого множества — отказ от предложенного, до всего X — «беру все») (рис. 5.25). Предъявляя функции $C(X)$ те или иные требования, можно описывать различные ситуации выбора (в том числе и рассмотренные выше). Функция выбора оказалась малоизученным и весьма сложным математическим объектом; мы не станем углубляться в подробности, ограничившись приведенным упоминанием лишь для полноты картины¹.

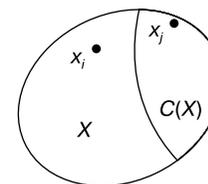


Рис. 5.25

Коллективный выбор. Из многочисленных задач выбора особый практический интерес представляет задача многостороннего принятия решения, когда выбор осуществляется не одним лицом, а группой лиц. При этом предполагается высшая степень согласия между членами группы относительно общей цели, выбор же приходится делать между вариантами средств достижения этой цели.

Типичным примером являются выборы на руководящий пост. Из нескольких кандидатов на этот пост можно избрать лишь одного,

¹ Подробности см.: *Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П.* Основы системного анализа. 3-е изд., испр. и доп. Томск: НТЛ, 2001.

и каждый избиратель волен выразить свое личное предпочтение. Групповое решение $C_0(X)$ о наиболее предпочтительном кандидате $x_j \in X = \{x_1, \dots, x_k\}$ получается путем «пересчета» всех индивидуальных предпочтений $C_1(X), C_2(X), \dots, C_N(X)$, где N — число избирателей, в одно «коллективное» предпочтение $C_0(X)$ с помощью заранее объявленной и принятой всеми членами группы процедуры $f: C_0(X) = f[C_1(X), C_2(X), \dots, C_N(X)]$. Такую операцию называют *процедурой голосования*.

Представляет большой интерес выяснить, какими свойствами обладают процедуры голосования, как в силу их практической значимости, так и в связи с их разнообразием (функцию f можно задавать по-разному). Тем более, что часто результаты голосования оказываются неожиданными, а иногда — нежелательными. При этом многие полагают, что сменив одно правило голосования на другое, можно избежать «неправильного» результата не только сейчас, но и в дальнейшем. Это заблуждение. Необходимо хорошо понимать природу голосования, чтобы правильно им пользоваться.

Семь парадоксов голосования. «Ум — хорошо, а два лучше» — гласит поговорка, предполагающая случай, когда оба ума (а по индукции — и большее число умов) с одинаковыми намерениями пытаются найти хороший выбор.

При расхождении мнений в группе голосование является единственно возможным способом формирования «общего» мнения, коллективного решения. Но процедуры голосования обладают рядом свойств, в некоторых случаях дающих неожиданный или нежелательный результат. Перечислим такие свойства, назвав их *парадоксами голосования*.

1. Коллектив не всегда прав. Коллектив состоит из субъектов, каждый из которых может заблуждаться. Это приводит к тому, что голосование, даже единогласное, не гарантирует правильности принятого решения. Надо все же отметить, что за счет взаимной компенсации противоположных мнений вероятность ошибки коллективного мнения меньше, чем «среднеиндивидуального», но она остается не равной нулю. Известны случаи (Бруно, Галилей, Коперник и др.), когда один несогласный располагал истиной, а все остальные заблуждались. Таким образом, голосование предназначено не для добывания истины, а для согласования действий группы после голосования: все члены группы подчиняются принятому решению, даже если кто-то был с ним не согласен.

2. Возможность непринятия решения. Хотя голосование предназначается для принятия решения, любая процедура голосования может закончиться тем, что согласованные условия принятия решения не

будут выполнены и, следовательно, решение не будет принято. Поясним это примерами. Скажем, «простое большинство» (50% плюс один голос) не сработает, если голоса четного числа голосующих разделятся поровну. Поправка «председателю — решающий голос» эту ситуацию обходит, но если нечетное число голосующих поделится так, что председатель окажется в половине, меньшей на один голос, то возникает вопрос: а чему равен «решающий голос»? При принятии «квалифицированным» большинством ($2/3$) на ученых советах бывали случаи, что защищаемому не хватало малой доли голоса. Даже при принципе единогласия (консенсус, право вето) решение может быть не принято. Таково свойство всех процедур голосования.

3. Парадокс Кондорсе (так он назван по имени математика, разъяснившего этот парадокс). Суть парадокса в возможности цикличности графа предпочтений (рис. 5.26). Например, пусть каждая из трех фракций парламента, образующих большинство лишь попарно, выдвинула свой вариант законопроекта: a, b и c . Или три парня заспорили, чья девушка лучше, и намерены решить этот вопрос голосованием. Если у этой тройцы индивидуальные предпочтения таковы: $(a > b > c)$, $(b > c > a)$ и $(c > a > b)$, то они попали в парадокс Кондорсе. Любая процедура либо закончится неприятием решения (так как при таких предпочтениях нет решения), либо при искусственном прерывании процедуры (например, при парном сравнении по олимпийской системе) исход будет зависеть от того, в какой последовательности будут рассматриваться пары.

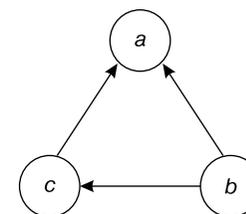


Рис. 5.26

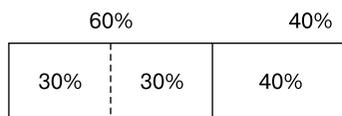
Иногда парадокс Кондорсе несущественен (если цикл предпочтения окажется в нижней части цепи альтернатив и не повлияет на выбор лидера). Если же его необходимо разрешить, то выход может быть в том, чтобы убедить одного из голосующих (сейчас это называется черным или белым «пиаром») изменить свое упорядочение альтернатив, не меняя первенства своей. Цикличность графа исчезнет, решение станет единственным.

4. Возможность победы меньшинства при мажоритарной системе голосования. Пусть решение принимается по большинству голосов (это и есть мажоритарная система). Оказывается, при этом существуют возможности законной победы меньшинства, да к тому же таких возможностей несколько.

Первая — признание легитимными (законными) выборы при низкой (меньше 50%) явке избирателей. Решение автоматически предоставляется меньшинству. Трудно осуждать такую ситуацию, так как неучастие в выборах означает безразличие к тому, какое решение будет принято; пусть оно будет принято теми, кому это безразлично.

Но меньшинство может победить и при стопроцентной явке избирателей.

Вторая такая возможность — «растаскивание» голосов. Поясним это примером. Пусть одна коалиция обладает 60% потенциальных голосов, второй принадлежит 40% электората (рис. 5.27). Если первые выдвигают двух кандидатов, да еще равноценных, а вторые одного — победит меньшинство. Причины растаскивания голосов могут быть разными, а результат один.



Электорат

Рис. 5.27

Но меньшинство имеет шансы победить при стопроцентной явке и без растаскивания голосов. Снова поясним это примером. Пусть решение принимается большинством голосов в $\frac{2}{3}$. Если в итоге победил представитель меньшинства, значит, на последнем этапе процедуры он набрал большинство. Если же участников последнего этапа голосования самих выбирали по тому же правилу, то возможна ситуация, изображенная на рис. 5.28. Легко видеть, что победило меньшинство в $\frac{4}{9}$ против $\frac{5}{9}$. Для реализации такой возможности необходимо выполнение трех условий:

а) выборы должны быть многоступенчатыми (так как на каждой ступени решение принимается по большинству голосов);

б) меньшинство должно соблюдать дисциплину голосования (т.е. голосовать именно там, где требует организация всего дела: если хоть

один из них поменяется местами с противником — по пунктирным стрелкам на рисунке, то у них ничего не выйдет);

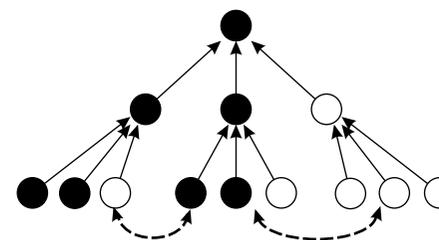


Рис. 5.28

в) меньшинство должно быть достаточно многочисленным для обеспечения своего большинства на последнем этапе. Будь в нижнем ряду не 4, а 3 представителя меньшинства, снова ничего не получилось бы. Однако доля меньшинства может быть меньшей, если ввести дополнительные уровни голосования. Так, если дополнить схему рис. 5.28 еще одним уровнем, то пропорция меньшинства в $\frac{4}{9}$ (44,4%) снизится до $\frac{8}{27}$ (33,7%). Приведенная схема имеет не только теоретический интерес: многоступенчатые схемы голосования употребляются в жизни, например определенная конституцией двухступенчатая процедура выборов Президента США уже 4 раза из 43 приводила к победе кандидатов меньшинства. Последний раз — 2002 г. в соперничестве Буша и Гора: первый победил при наличии лишь 48% голосов на первичных выборах.

В другом виде парадокс мажоритарной системы заложен в избирательном законе Австралии. Интересное отличие состоит в том, что голосование там одноразовое (т.е. физически одноступенчатое). Однако, в отличие от нас, австралийский избиратель обязан не только указать, кому из кандидатов он отдает первенство, но и пронумеровать всех остальных кандидатов в порядке предпочтения. Обработка бюллетеней производится по следующей процедуре (в которой заложены уже известные нам парадоксы). Из всех бюллетеней привлекаются кандидаты, получившие высший балл (№ 1). Набравший необходимый для избрания пороговый процент голосов проходит в парламент. В случае, если никто из них такого процента не набрал (вариант растаскивания голосов!), счетная комиссия делает выборку всех кандидатов, получивших в бюллетенях второй номер, и повторяет проверку на превышение установленного порога и так далее до уровня, на котором кто-то достигнет порога (как видим, вместо физической многоступенчатости реализуется алгоритмическая).

кая). В австралийском парламенте бывают представлены партии, набравшие очень низкий процент голосов. Их шанс состоит в том, что голоса будут растащены на всех, кроме последнего, уровнях. А дисциплина голосования меньшинства состоит в том, что они выполняют указание своего руководства — ставить в бюллетенях своего кандидата на последнее место. Если процедура опустится на последний уровень — там мы все, плюс все те, кто поставил нас на последнее место. Этого вполне хватит для преодоления барьера на получение мандата.

5. Парадокс подавляющего большинства. Многие полагают, что при голосовании по принципу «один человек — один голос», чем больший процент голосов наберет альтернатива, тем более *демократично* принятое решение. Это — заблуждение. Видимо, такое впечатление основано на том, что политики чувствуют себя тем более уверенно, чем большая часть электората поддерживает их; тем в большей степени они ощущают себя представителями народа.

Парадокс состоит в том, что такое впечатление психологически понятно, так как основано на распространенных понятиях «наши и не наши», «свой и чужие»; но оно не имеет никакого отношения к понятию демократии. Какой бы высокий процент большинства ни был назначен для легитимности принятия решения, решение не является демократическим. Поясним это простым примером.

Предложим максимально «демократичную» процедуру голосования, состоящую всего из двух правил:

а) решение принимается при любом числе N голосующих только в том случае, если «за» проголосовало не менее $N - 1$ человек, и лишь один (не более!) «против». (Еще раз подчеркнем: N может быть сколь угодно большим.),

б) каждый голосует «за», если предложенная альтернатива ему лично не наносит ущерба (и тем более, если она ему выгодна).

Кажется невозможным предложить более «демократическую» процедуру. Но если общество утвердило ее для коллективного принятия решений, оно распрощалось с демократией. Теперь председательствующий может (если захочет) через эту процедуру реализовать любое удобное ему лично решение.

Например, пусть по этой процедуре мы будем решать, переходить ли нам всем из одного состояния в другое. Пусть «состояние» — это наличие у каждого определенной суммы. Утверждение: из любого начального состояния с помощью введенного правила вас можно перевести в любое наперед заданное состояние за конечное число шагов. Для наглядности: пусть я хочу «перекачать» все ваши деньги

в один карман. Шаг первый: кто за то, чтобы у такого-то (имярек) отобрать все деньги и раздать их всем поровну? Исход ясен. Можно, для ускорения процесса, предложить у такого-то отобрать деньги и отдать целевой персоне. Процедура и тут сработает. Рано или поздно цель будет достигнута, и вполне легитимно. Не надо думать, что пример этот искусственный. Хуже того, в практике применения принятия решений «подавляющим большинством» оно сопровождалось устранением недовольных. Достаточно вспомнить акции раскулачивания 30-х гг. прошлого века, решения о которых принимались комитетами бедноты.

Суть парадокса состоит в том, что данная процедура узаконивает принесение в жертву интересов одного всем остальным. При этом остальные забывают, что каждый из них может стать такой же жертвой.

Таким образом, голосование по большинству и демократия — это просто разные вещи. Суть демократии не в том, чтобы все могли принять участие в прямых и тайных выборах. Решения могут приниматься как коллективно, так и единолично; а демократия состоит в том, чтобы на этапе исполнения решения были защищены интересы любого меньшинства, и прежде всего — основные права каждой отдельной личности (право на жизнь, право на собственность, право на свободу). Однако демократичность выборам придает их периодичность: на следующих выборах народ может исправить свою ошибку, если одобренная ранее им политика оказалась ущербной.

6. Парадоксы единогласия. Если определить демократию как защиту интересов каждого, то единственной демократической процедурой голосования оказывается единогласное принятие решений: свои интересы уже на этапе принятия решения может отстаивать каждый, проголосовав против не подходящей для него альтернативы.

Известны ответственные практические ситуации, в которых применяется принцип единогласия: право вето в некоторых парламентах; принятие решений Советом Безопасности ООН; выборы кардиналами очередного папы римского; вынесение вердикта о виновности подсудимого судом присяжных; принятие решений в акционерных обществах с неограниченной ответственностью. Этого же принципа настоятельно рекомендуется придерживаться в ходе прикладного системного анализа, так как его конечной целью является создание улучшающего вмешательства.

Однако и в этом случае возникают парадоксальные ситуации. Во-первых, иногда принцип единогласия («все за») подменяется принципом консенсуса («никто не против»), тогда как это разные вещи: воздержавшиеся отождествляются с согласными, отсутствующи-

щие исключаются из принимаемых во внимание. Ярким примером является решение Совета Безопасности о проведении войны в Корее под флагом ООН, принятое в отсутствие представителя СССР.

Вторая парадоксальная ситуация возникает, когда желательное решение никак не может набрать 100% голосов. Существует по крайней мере два способа попытаться достичь согласия в такой ситуации.

Первый — поиск компромисса. Проиллюстрируем это диаграммой на рис. 5.29. Если изобразить кругами множества приемлемых альтернатив трех лиц, принимающих решение, то недостижение единогласия объясняется просто отсутствием альтернативы, приемлемой для всех. Выход может состоять в том, чтобы кто-то (добровольно или под влиянием) расширил свой круг приемлемости так, чтобы появились взаимоприемлемые варианты (пунктирная линия их охватывает).

Второй способ можно назвать «способом лестницы». Если мы не можем запрыгнуть на сарай, мы подставляем лестницу и поднимаемся наверх по ступенькам. Так и здесь — можно попытаться подойти к желаемой, но никак сразу не достигаемой единогласно цели мелкими шагами, каждый из которых реализуется единогласно. Интересный пример такой реальной попытки приводит из своей практики Р. Акофф:

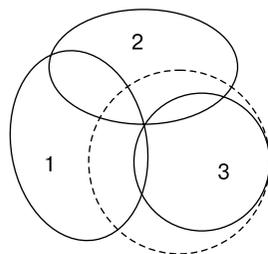


Рис. 5.29

«Консенсус часто трудно достигим, но редко невозможен. Я обнаружил, что в трудных случаях очень эффективна следующая процедура. Первое — максимально уточнить формулировки альтернатив, между которыми консенсус не достигает выбора. Второе — коллективно построить тест эффективности альтернатив и консенсусом принять решение, что данный тест справедлив и что все согласны следовать его результату. Третье — провести тест и использовать его результат. Я смог успешно применить эту процедуру даже в таком случае, когда законодатели одного государства не могли прийти к сог-

ласию, вводить или нет смертную казнь за убийство. В результате обсуждения члены законодательного органа пришли к согласию, что все имеют одну цель — минимизировать число жертв убийств. Как только такое согласие было достигнуто, проблема была сведена к конкретному вопросу: уменьшает ли введение смертной казни число убийств? Все согласились, что необходимо провести исследование, отвечающее на этот вопрос. Такое исследование было проведено, и его результаты использованы (оно показало, что число убийств в ряде государств до и после отмены или введения смертной казни заметно и значимо не изменялось)»¹.

Если же не удастся достичь согласия не только по поводу самих альтернатив, но и относительно способа их проверки, то, по мнению Р. Акоффа, следует найти консенсусное решение, что же делать дальше. Интересно его наблюдение, что в таких случаях обычно принималось решение поручить выбор одному из авторитетных и ответственных лиц (далее мы еще вернемся к этому моменту).

В целом парадоксы единогласия связаны с заблуждением о его природе. Бытует мнение, будто единогласие — признак верности решения: чем ближе мы к единогласию, тем ближе истина. Это заблуждение обсуждалось при рассмотрении первого парадокса. Само такое мнение основано на действительном повышении *статистической* надежности решения при увеличении объема выборки, что, однако, не гарантирует его *абсолютной* правильности.

Это не означает, что стремление к единогласию и консенсусу в принципе ошибочно и должно быть отвергнуто. Оно играет существенную роль в нашем мире. Но, если не принимать во внимание, что оно подавляет серьезные споры и возражения, это может вести к нежелательным последствиям типа коллективных патологий «кланомыслия» и «группомыслия» (см. этап двенадцатый). Оно ограничивает разнообразие мнений, а не расширяет его; сужает простор для дискуссий. Оно бывает необходимым, но является недостаточным для жизни в нашем сложном и изменчивом мире. Нужны другие способы мышления и действия. Ведь известно, что чем важнее и сложнее вопрос, тем труднее (или вообще невозможно) достичь всеобщего согласия.

7. Теорема Эрроу о невозможности. Самые общие теоретические результаты о коллективном выборе были получены Эрроу, за что

¹ См.: Наука и искусство системной практики: Труды Международного «круглого стола» ПААА, Лаксенбург, Австрия, 6–8 ноября 1986 г. / Ред. Ф.И. Перегудов, пер. Ф.П. Тарасенко. М.: НИИ ПВШ, 1989.

он был удостоен Нобелевской премии по экономике. Наибольшую известность получила его «Теорема о невозможности». В ней вопрос стоит так: можно ли сказать что-нибудь содержательное обо всех процедурах выбора? Ответ: обо всех нет, а о процедурах «хороших», «приемлемых», т.е. удовлетворяющих определенным разумным требованиям, можно попытаться.

Из всевозможных функций F от индивидуальных выборов $C_i(X)$ ($C_0(X) = F[C_1(X), \dots, C_N(X)]$) выделим те, которые отвечают требованиям, выражающим наше понимание того, что такое «правильный», «справедливый», «хороший» коллективный выбор. Таких требований, по сути, всего четыре (в оригинале есть и другие, но они чисто технические математически):

а) все индивидуальные предпочтения $C_i(X)$ должны как-то быть учтены; не должно быть такого индивида, чье мнение принимается обязательным для всех, независимо от мнения остальных (функция $C_0(X) / C_1(X)$ называется «диктаторской», и это условие выражает нежелательность диктаторства);

б) если в результате группового выбора предпочтение было отдано какой-то альтернативе, то это решение не должно меняться, если кто-нибудь из ранее отвергавших ее изменил свое мнение в ее пользу (условие монотонности);

в) если изменения индивидуальных предпочтений не коснулись каких-то альтернатив, то в новом групповом упорядочении порядок этих альтернатив не должен измениться (условие независимости альтернатив). Поясним это требование примером. Пусть $C_0(X) = F[C_1(X), \dots, C_i(X), \dots, C_N(X)]$. Мысленно вернемся назад, изыдем из урны бюллетень i -го избирателя и попросим его «еще раз подумать». Пусть он в своем предпочтении поменял местами двух кандидатов. Пересчитаем $C_0(X)$ с учетом другого варианта его бюллетеня. Результат может чаще всего остаться прежним. Но если по этим двум кандидатам ситуация была неустойчива и одного голоса оказалось достаточно, чтобы изменить ее, то будет справедливо, чтобы в новом упорядочении изменение коснулось только этих кандидатов и не задело остальных;

г) для любой пары альтернатив возможны такие два множества индивидуальных предпочтений, при которых порядок этих альтернатив противоположен («условие суверенности»).

Такова часть «Если...» в теореме Эрроу. Часть «То...» гласит (из-за чего она получила название «Теоремы о невозможности»): указанные требования несовместны, т.е. не существует процедур голосования, удовлетворяющих всем этим требованиям.

Это стало большой неожиданностью (ведь требования кажутся такими естественными и необходимыми!) и вызвало бурные дискуссии. Оказалось, что причиной такого результата являются упомянутые выше парадоксы, а на первое место вышел факт, что коллективный выбор может «застрять», закончиться непринятием решения, а единоличный, «диктаторский» выбор — никогда. Это привело к большому шуму вокруг теоремы о невозможности: «Наука доказывает слабость демократии», «Наука доказывает неизбежность диктатуры» и т.п. Ныне пыль осела (прошло много лет) и комментарии к теореме о невозможности можно сделать такие:

а) нравится это кому-то или нет — такова природа голосования (мне не понравилось, когда я упал и ушибся, но это не отменит закон тяготения);

б) теорема Эрроу — о голосовании, а не о демократии. Это разные вещи, и ее политическая интерпретация является подменой понятий;

в) непринятие решения приведет к потерям, а потери могут быть приемлемыми или нетерпимыми;

г) если потери допустимы, мы предпочитаем принимать решения коллективно, голосованием: это придает некий смысл нашей общественной деятельности;

д) если потери от непринятия решения нетерпимы, следует исключить саму возможность непринятия решения. Это можно сделать только одним способом — перейти к единоличному принятию решения, т.е. к диктаторской функции;

е) в самом по себе единоличном принятии решений нет ни плохого ни хорошего. Все зависит от конкретных условий. Например, отменить в армии принцип единоначалия — значит только ослабить боеспособность армии (что доказывает опыт Красной Армии, пока Жуков не добился от Сталина уже во время Отечественной войны отмены двоевластия командиров и комиссаров). Да и в обыденной жизни в коллективно неопределенной ситуации мы прибегаем к мнению авторитетов;

ж) обсуждение свойств процедур голосования не имеет никакого отношения к политике. Это лишь строгое логическое рассмотрение особенностей формул пересчета индивидуальных предпочтений в одно, называемое коллективным. А уж как использовать знание этих свойств в реальной жизни — это вопрос политики.

Принятие решений в социальной системе. До сих пор мы рассматривали принятие решений *аналитически*: есть множество альтернатив, из которых надо выделить одну, наиболее предпочтитель-

ную. И основное внимание уделялось внутренней, технической стороне дела: как надо делать такой выбор. Обнаружилось множество вариантов, и в каждой ситуации алгоритм принятия решений имел особенности, учитывающие специфику ситуации.

А теперь обратимся к *синтетическому* рассмотрению выбора, т.е. рассмотрим, каковы внешние условия принятия решений¹.

Принятие решений — важнейшая функция в управленческой деятельности. Управление есть осуществление изменений в управляемой организации. А организация — это некоторая структура с распределением прав и обязанностей, власти и ответственности. Поэтому принятие решений в такой системе должно происходить с учетом того, каковы полномочия лица, принимающего решения. А эти полномочия определены его положением в организационной структуре. При этом приходится учитывать позицию лица, принимающего решения как в структуре своей организации, так и в структурах внешних систем, куда наша организация входит как часть.

Начнем с рассмотрения специфики принятия внутренних решений лицом, входящим в некоторую организацию. Диапазон его решений в определенной степени ограничен его должностной инструкцией. Но какие решения на каком уровне иерархии должны приниматься? Желательная цель — минимизировать вероятность принятия ошибочных решений. Подверженность ошибке — неизбежная особенность любого субъекта, на любом уровне управленческой иерархии. Отсюда следует вывод, что решение должно приниматься на том уровне, где сосредоточена максимальная информация о ситуации, требующей вмешательства. И это не обязательно уровень высшего руководства в организации, что и является основой необходимости делегирования властных полномочий на нижележащие уровни иерархии.

Такое перераспределение власти и ответственности может иметь разные формы. Например, нижестоящим предоставляется право вето на решения вышестоящих (продавец имеет больше информации о покупателях, чем директор магазина). Другой вариант реализован в авиакомпании SAS. Всем служащим, независимо от ранга, вменено в обязанность при получении просьбы, предложения или претензии от клиента, либо самим отреагировать соответственно, либо лично проследить, чтобы это было сделано должным образом соответствующей службой. Перекалывание ответственности на других запрещено.

Итак, стоит задача передачи права принятия решений на те нижестоящие уровни, которые наиболее компетентны в проблемной ситуации. Руководитель обычно неохотно идет на отдачу части своих полномочий подчиненным. Убедить его пойти на это можно несколькими способами. Главный — показать, что организация будет функционировать лучше, если предоставить работникам больше свободы в принятии решений. Работники в больших организациях обычно отчуждены из-за того, что у них нет права голоса, они не влияют на принятие решений, оказываются в значительной мере подобны роботам.

Другой важной особенностью внутренней среды организации для принятия решений является образованность работников. Чем более образованы работники, тем менее эффективно властное управление ими. Наглядным примером служат университеты, значительная часть работников которых имеют ученые степени. И никакой ректор не управляет университетом, решая, что и как должно преподаваться, как оцениваться, какие книги должны использоваться. Все важные для учебного процесса решения принимаются на нижних уровнях иерархии.

Еще один способ побудить высших руководителей делегировать полномочия подчиненным — ознакомить их с проблемами самого нижнего уровня, — пользователей. Руководители часто полагают, что их власть проявляется в том, чтобы выглядеть всезнающими и возвышенными; что общение с нижестоящими снижает их авторитет и статус; они часто и не желают знать, что происходит в самом низу. Полезный совет состоит в том, чтобы руководитель транспортной компании иногда ездил вместе с обычными пассажирами, директор магазина сам делал покупки в нем, и т.п. Например, самый долгодействующий ректор Томского университета, проф. Александр Петрович Бычков, лично посещал лекции всех профессоров, на всех факультетах ТГУ, хотя бы по одному разу.

Подытоживая тему принятия внутренних решений в организации, можно сказать, что современная тенденция развития менеджмента идет в направлении децентрализации управления, в переходе от административно-командного стиля руководства к партисипативному, соучастному, демократическому управлению. Хотя диктаторский стиль управления не исключается (например, в условиях войны, чрезвычайных ситуаций и т.п.).

Обратимся теперь к проблемам принятия решений, связанных с необходимостью взаимодействий с внешними управленческими структурами. Если внутренние проблемы связаны с оптими-

¹ См. раздел «Анализ и синтез как методы построения моделей» в главе 3.

зацией распределения прав и обязанностей между подчиненными, что находится во власти менеджера, то отношения с внешними структурами чаще всего сводятся к испрашиванию решений вышестоящих руководителей по вопросам, существенным для нижестоящей организации.

Взаимодействия с социальными системами бывают двух типов: либо они дают нам возможность сделать или получить что-то, чего без их содействия мы не можем иметь, либо они предотвращают такую возможность. Иными словами, системы, с которыми мы взаимодействуем, расширяют или сокращают число наших допустимых действий: либо позволяют, либо запрещают что-то сделать. Хотя существуют системы, функционирование которых носит преимущественно ограничительный характер (напр., тюрьма) или преимущественно расширительный (напр., библиотека), но многие совмещают эти функции (напр., школы, правительственные учреждения). Если некоторая система ориентирована на запреты, ее называют *бюрократической*.

Р. Акофф определил бюрократа как имеющего право сказать «нет», но не могущего сказать «да». Две причины есть для этого. Первая состоит в том, что в бюрократии «нет» не ведет к тому, что считается ошибкой, только «да» может сделать это. Поэтому лучшая стратегия, чтобы не совершить явных ошибок, — это отвергать предложения, не позволяя что-либо сделать. Бюрократ не может сказать «да», так как для этого он должен переадресовать запрос вышестоящему, чтобы не рисковать его неодобрением. Но это значит — признать ограниченность своей важности.

Вторая особенность бюрократии — установление единых нерушимых правил и ограничений, не допускающих исключений. Таким образом, бюрократы часто заняты тем, чтобы не давать другим что-то сделать. Они точно говорят, что следует делать, лишая исполнителя выбора, всякой инициативы. Нарушение инструкции — тяжкий грех; внимание и сочувствие к просителю — чужды бюрократу (так как повышает риск ошибки и последующего наказания)¹.

Выводы. Мы рассмотрели лишь несколько задач теории выбора. Критерием отбора была их частая встречаемость в практике и предстоящее использование результатов в изложении технологии решения проблем. Читатель должен знать то, что они составляют лишь незначительную часть всех вариантов практики принятия решения, неполный список которых был порожден морфологическим

анализом, проведенным в начале описания данного этапа. Например, столкнувшись с необходимостью выбора в условиях неопределенности, следует идентифицировать ее тип и обратиться либо к теории игр (при неопределенности незнания), либо к теории статистических решений (при стохастической неопределенности), либо к теории нечетких множеств (при расплывчатой неопределенности). При отсутствии неопределенности последствий сделанного выбора задачи решаются методами оптимизации. По каждому из этих вариантов имеется обширная научная и учебная литература. Краткий обзор содержащихся в них идей и библиография есть в книге Ф.И. Перегудова и Ф.П. Тарасенко¹.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение «выбора».
2. Почему нереально создать универсальную теорию выбора?
3. Как правильно решать многокритериальные задачи?
4. Что такое «паретовское множество»?
5. Каковы трудности выбора на основе парных сравнений?
6. Перечислите семь парадоксов голосования.
7. Каковы особенности принятия решений с учетом окружающей социальной среды?

5.12. Этап двенадцатый.

Реализация улучшающего вмешательства

После принятия решения о том, какое именно из улучшающих вмешательств следует осуществить (это итог предыдущего этапа), предстоит работа по реализации этого решения (это задача данного этапа). Но между принятием решения и его реализацией, как говорят, «дистанция огромного размера». Эта дистанция преодолевается планированием необходимых действий и их исполнением при слежении за ходом событий и внесением поправок в необходимых случаях.

Планирование конечных результатов было осуществлено на этапе 6 («Целевыявление»). Планирование способов ликвидации разрывов между целями и проблемным месивом было осуществлено на этапе 10 («Генерирование альтернатив»). Выбор вмешательства, подлежащего осуществлению, был сделан на этапе 11 («Принятие решения»). Теперь наступило время для планирования

¹ См.: Акофф Р.Л. Акофф о менеджменте. СПб.: Питер, 2002. Глава 5.

¹ Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа. 3-е изд., испр. и доп. Томск: НТЛ, 2001.

ресурсов, требующихся для реализации спроектированного вмешательства. На этой фазе планирования для каждого вида ресурса должно быть определено:

- 1) сколько его потребуется, где и когда;
- 2) сколько его будет в наличии в назначенных месте и времени;
- 3) что должно делаться в случае его нехватки или избытка.

Должны быть рассмотрены все виды ресурсов:

- 1) люди с их компетенциями и квалификацией;
- 2) здания и оборудование (капитальные затраты);
- 3) материалы по видам и объемам запасов, энергия (расходуемые вещи);
- 4) деньги;
- 5) информация;
- 6) время.

Следующая фаза в реализации вмешательства — организация исполнения решения. Это действие по сути является актом *управления*. В соответствии со сложившейся ситуацией применяется один из семи типов управления, описанных в главе 4, или их подходящая комбинация в нужной последовательности. Обычно после реструктуризации (4-й тип) применяется регулирование (3-й тип) или преодоление сложности (2-й тип). В любом случае потребуется мониторинг текущего состояния дел, определение предположений и рисков (функция *контроля*). Кроме того, для обеспечения адаптивности к предстоящим переменам внутри и вовне системы потребуется создать подсистему обнаружения и исправления ошибок в ожиданиях и предположениях (функция *обучения*).

Определение предположений и рисков. Как бы хорошо ни был спланирован и подготовлен проект, реальные события не всегда происходят в соответствии с планом. Многие внешние факторы могут повлиять на ход осуществления проекта и при этом лежат вне нашего контроля. Поэтому необходимо включить это в перечень наших предположений.

Поэтапное продвижение по цепочке от постановки проблемы до ее решения происходит через верификацию предположений, встроенных в каждый этап: переход к следующему этапу осуществляется, только если предыдущий считается успешно выполненным.

Одна из ролей системного аналитика состоит в идентификации таких внешних факторов и в том, чтобы по возможности встроить в проект либо противодействие им, либо осуществление отслеживания их влияния. Поэтому необходимо оценить вероятность и значе-

ние возможных обстоятельств, внося тем самым вклад в оценку рискованности проекта. Некоторые из них будут существенными для успеха проекта, другие — малозначимыми. Можно предложить алгоритм работы с предположениями (рис. 5.30).

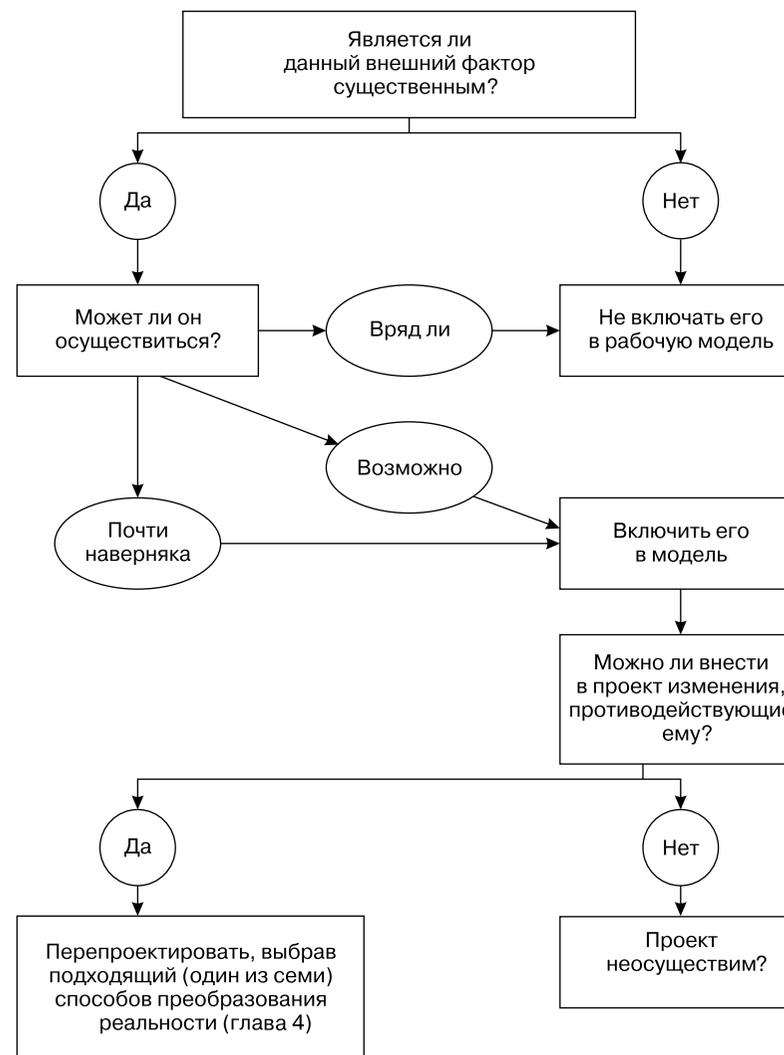


Рис. 5.30

Для наглядности приведем примеры возможных предположений в случае решения социальной проблемы:

- местные организации будут сотрудничать в планировании нашей работы;
- нужные кадры определены и наняты — местные и приглашенные;
- отправленные на учебу кадры вернулись для участия в проекте;
- в бюджет внесены необходимые поправки;
- руководящие органы выполнили предварительные условия спонсоров проекта.

В целом этот этап — менеджмент.

Практика показывает, что дистанцию от принятия решения до его реализации далеко не всегда удается пройти успешно. Естественны старания собрать и обобщить опыт успехов и неудач в достижении поставленных целей. Эти старания привели к образованию целой дисциплины, современному учению *о менеджменте*.

Близость менеджмента к системному анализу сегодня так велика, что автор вот уже ряд лет читает в Томском госуниверситете лекции по менеджменту (после курса прикладного системного анализа), пропагандируя взгляд на менеджмент как на приложение системного анализа к проблемам управления людьми в организации, а на менеджера — как на «системного аналитика с постоянным местом работы».

Не станем описывать (даже в сокращенном виде) все практические открытия, эвристические догадки и теоретические построения, составляющие достижения современного менеджмента. Они изложены в многочисленных учебниках по этому предмету. Вместо этого обратим внимание на то, что в технологии самого системного анализа встроены меры, способствующие успеху заключительного этапа. Эти меры распределены по всем этапам прикладного системного анализа, но нацелены на обеспечение успешной реализации принятого решения на последнем этапе.

Ключевым моментом, сутью всей идеологии прикладного системного анализа является стремление к идеалу *улучшающего вмешательства*. Это и ведет к необходимости на каждом этапе анализа осуществлять специальные меры, последствия которых скажутся положительно на последнем этапе.

Первой такой мерой является **необходимость участия стэйкхолдеров**. На этапах выявления проблемного и целевого месива мы уже говорили о необходимости вовлечения в анализ самих стэйкхолдеров (или их лучших представителей). Тогда мы объясняли это тем,

что только они являются источником полной и надежной информации об их собственных мнениях и интересах и что эта информация необходима для построения адекватных моделей, на которых будет базироваться улучшающее вмешательство. Это, конечно, важная, но не единственная, и даже не главная причина. Есть еще два не менее важных основания для этого.

Одно из них — встроенность в процедуру прикладного системного анализа *обучения* стэйкхолдеров системному анализу. Системный аналитик в корне отличается от эксперта-консультанта. Последний, столкнувшись с проблемой клиента, видит свою задачу в том, чтобы собрать симптомы, поставить диагноз и выписать рецепт, как врач пациенту. Системный аналитик видит свою задачу не только в том, чтобы вызнать у стэйкхолдеров нужную информацию (аналитик знает, какие вопросы задавать, а ответы на них знают только стэйкхолдеры), но и в том, чтобы путем поощрения и создания подходящих условий сделать других способными справляться со своими проблемами более успешно, чем это они могли сами без его помощи. Системный аналитик больше похож на учителя, чем на врача.

Учитель не может учиться вместо своих учеников: ученики должны учиться сами. Задача учителя — предоставить учащимся возможность изучить больше и быстрее, чем это они могут без его помощи. При этом участие стэйкхолдеров в самом процессе анализа реализует наиболее эффективный способ обучения: не «на слух» и не «наблюдая», а «делая сам». Таким образом, прикладной системный анализ — это прежде всего развивающий образовательный процесс (и не только для стэйкхолдеров, но и для самого аналитика).

Но поскольку для развития необходимо обучение, а учиться вместо других невозможно, то и развивать других невозможно. Единственный путь развития — это саморазвитие. Можно оказать поддержку и помощь развитию других, но только при их участии. В этом-то и состоит причина необходимости вовлечения стэйкхолдеров в процесс системного анализа их же собственного проблемного месива. Трудности добиться этого — не повод для того, чтобы не делать этого.

Другое важное основание для этого — тот факт, что практически осуществлять спроектированное улучшающее вмешательство будет не системный аналитик, а сами стэйкхолдеры: именно в их распоряжении находятся необходимые ресурсы, властные полномочия, кадры, финансы и т.д.

При осуществлении планов неизбежно появятся разнообразные трудности, столкнувшись с которыми, одни опускают руки («объективные препятствия сильнее нас»), другие всячески стараются преодолеть или обойти их. И решающим фактором здесь часто оказывается то, чье решение (чужое или свое) должен выполнить человек: он более настойчив, упорен, активен в осуществлении своих собственных целей. («Кто хочет добиться цели — ищет средства и способы, кто не хочет — ищет причины» — известный афоризм в среде руководителей.) Именно поэтому так важно добиться того, чтобы те, кому придется воплощать в жизнь проект улучшающего вмешательства, хотели бы этого. Надо, чтобы они чувствовали себя авторами или соавторами проекта, т.е. были участниками его разработки.

Особенно важно сделать участниками анализа и действительными разработчиками, авторами проекта вмешательства *первых лиц проблемосодержащей и проблеморазрешающей систем*. Это настолько важно, что при невозможности вовлечь этих руководителей в работу над проблемой шансы на конечный успех резко снижаются (Р. Акофф даже считает, что они падают до нуля, и рекомендует отказаться от заключения контракта).

Следующей мерой повышения вероятности успеха является **обеспечение добровольности участия**. Даже если удастся собрать стейкхолдеров (или их представителей) для участия в разработке способа решить проблему (улучшающего вмешательства), это еще не гарантирует их активной и эффективной работы. Много факторов влияет на то, насколько полно стремится человек реализовать свои возможности в работе над поисками решения. Р. Акофф считает, что самым существенным фактором является *добровольность* участия субъекта в совместных усилиях (если участие не является добровольным, оно не может быть эффективным).

Как лучше всего достичь добровольного участия стейкхолдеров? Осмыслив опыт своей богатой практики системного аналитика — решателя проблем, Р. Акофф отмечает, что они тем охотнее участвуют в усилиях по разработке улучшающего вмешательства, чем более они уверены в выполнении трех условий:

- 1) их участие действительно будет влиять на полученные результаты;
- 2) участие будет интересным и приятным делом;
- 3) полученные результаты действительно будут внедрены.

Кратко поясним, на чем основаны эти условия и как их можно выполнить.

Как создать уверенность, что участие будет что-то значить? Наиболее полно это условие реализуется, если каждый из участников будет чувствовать себя равноправным в принятии решений. Например, если решения принимаются большинством голосов и таким большинством обладает одна из заинтересованных сторон, то остальные стороны вряд ли будут участвовать в работе добровольно. Укрепить уверенность в реальном влиянии на ход дискуссии можно гарантией, что мнение каждого обязательно будет учтено. Такую гарантию обеспечивает принятие решений в ходе анализа *только единогласно*.

Как сделать участие удовольствием? Есть несколько способов сделать это: поощрение юмора и доброжелательной атмосферы, введение развлекательных элементов в работу, придание серьезной работе формы игры, а главное — побуждение к воображению и творчеству, которые сами по себе возбуждающи и приятны. Характерные примеры — мозговой штурм и идеализированное проектирование (описанные нами ранее), вызывающие глубокое чувство соавторства.

Как представить внедрение реализуемым? Одним из главных условий повышения уверенности стейкхолдеров в том, что они работают не «на полку», — участие первых лиц систем, вовлеченных в проблемную ситуацию, прежде всего проблемосодержащей и проблеморазрешающей систем. Иногда добиться этого бывает нетрудно, но часто требует серьезных усилий.

Вероятность того, что эти лица впоследствии будут активно бороться за реализацию принятых решений, повышается, если работе сопутствуют некоторые обстоятельства.

Например, Р. Акофф отмечает, что внедрение более вероятно, если за разработку рекомендаций было уплачено («похоже, что люди не очень ценят то, что достается бесплатно»). Даже в случаях, когда достойный клиент не в состоянии оплатить нужные ему исследования, выход состоит в поиске спонсоров (различные фонды, государственные и муниципальные власти, жертвователи, меценаты и т.д.).

Далее, большое значение для обеспечения участия первого лица имеет интерес его окружения (как его руководителей, так и подчиненных и других лиц, чье мнение для него значимо) к факту его участия. Здесь могут помочь усилия по информированию общественности, различные PR-технологии.

Особо важное значение Р. Акофф придает отношениям доверия между руководителем и системным аналитиком, он даже считает такое доверие абсолютно необходимым для внедрения результатов.

Руководителю организации, вовлеченной в системный анализ, необходима уверенность в том, что и он сам лично, и его организация выиграют от внедрения результатов исследования. Словесных заверений о разработке улучшающего вмешательства недостаточно, нужно доверие к системному аналитику, подобное тому, которое испытывают к друзьям. Высшая степень доверия есть дружба. Мы верим, что друг будет действовать в наших лучших интересах, даже если при этом он может сам как-то пострадать. Поэтому совету друзей, как бы плох он ни был, человек последует скорее, чем совету врагов, как бы хорош он ни был. Дружественные отношения с аналитиком обеспечивают руководителю ощущение собственной защищенности.

Есть несколько приемов, способствующих созданию если не дружественной, то доверительной атмосферы между ними.

В контракт на работу включается условие, что любая сторона имеет право прекратить работу в любое время без объяснения причины. Это дает руководителю гарантию, что если в ходе работы возникает опасение, что ее продолжение может повредить его интересам, он может это предотвратить. (Р. Акофф отмечает, что в его практике этот пункт никем никогда не использовался, но имел важное психологическое значение. Мои попытки ввести такой пункт в контракт с российскими клиентами кончались тем, что руководитель настаивал на декларируемом праве только для себя.)

Системный аналитик берется обучить работников исследуемой организации умению в дальнейшем самим проводить системный анализ. Это повышает жизнеспособность организации и положительно воспринимается руководителем.

Системный аналитик не только не ждет и не требует признания своих заслуг в достигаемых успехах, наоборот, он всячески подчеркивает заслуги других участников (что, кстати, немало способствует росту его авторитета).

Системный аналитик открыто провозглашает и твердо соблюдает требования к своей профессиональной деятельности (гарантия доступа к любой необходимой информации — с обязательством соблюдения конфиденциальности; гарантия доступа к руководителям организаций, вовлеченных в проблемную ситуацию; гарантии научной и деловой добросовестности; соблюдение профессиональных, моральных и этических норм).

Системный аналитик должен открыто и искренне проявлять уважение к интеллекту руководителя (разумеется, речь не идет о подхалимаже).

Еще одной мерой повышения вероятности успеха преобразования организации с помощью системного анализа является **учет особенностей человеческих сущностей**. Главным отличием социальных и социотехнических систем от других природных и искусственных систем является вхождение в них людей как самых существенных компонентов. Люди обладают многими свойствами, присущими только субъектам, в отличие от остальных объектов реального мира, прежде всего — способностью оценивать свои взаимодействия с окружающей средой, и при этом иногда ошибаться. При решении проблем организаций приходится сталкиваться с этими особенностями и принимать меры к преодолению их негативного влияния на проектирование и осуществление улучшающих вмешательств.

Таких особенностей несколько, и они таковы, что Дж. Уорфилд¹ даже называет их *патологиями*. Следует различать такие особенности для разных человеческих сущностей — для отдельного индивида, для группы из нескольких человек и для коллектива работников некоторой организации, который по численности превышает то, что мы обычно называем «группой». Патологии индивида могут влиять на поведение группы, патологии группы могут влиять на поведение индивида. И все они вместе или по отдельности могут сказаться на результативности усилий по преобразованию организации, на успешности решения проблем.

Предлагается в ходе работы по системному преобразованию организации действовать с учетом следующих патологий.

Индивидуальные особенности. *Инстинкт самосохранения.* (Instinct for Survival). Присущий каждому живому существу, он в различных формах сказывается на поведении индивида в группе или организации. Представляется, что этот инстинкт может блокироваться, если индивид верит в то, что все дела, в которых он участвует, могут адекватно исполняться только общими усилиями. При отсутствии такой веры, инстинкт самосохранения проявляется в любых действиях индивида. Например, типичным проявлением этого инстинкта менеджерами является боязнь риска в принятии решения. Для действительно трудных проблем не существует единственно верного решения. Менеджеры предпочитают ситуации с одним правильным решением, так как это снижает риск совершить ошибку. По ходу дел может выясниться, что не все получается так, как хотелось. Значит, принятое решение было ошибочным. Но многие менеджеры не

¹ См.: Warfield J.N. Introduction to Systems Science. Singapore: World Scientific, 2006.

желают, не могут признать этого. Они ищут виноватых вокруг себя. А ведь очень ценным является признание своей ошибки и смены курса в решении проблемы. Ошибки являются не неудачами, а источником обучения и развития.

Предел внимания (Processing Limit, «магическое число»). Установлено, что человек может удерживать в поле своего внимания одновременно лишь небольшое число идей или объектов. Это магическое число разные авторы определяют по-разному: «семь плюс-минус два», «скорее пять, чем семь», и оценивают даже «только три». Главным отличием гениальных личностей называют способность одновременно оперировать с девятью-одиннадцатью идеями. В любом случае способность человека оперировать с многими объектами ограничена их небольшим количеством. И это существенно определяет возможные масштабы разнообразных действий человека (количество подчиненных менеджера; размерность моделей, удобных в работе; и т.д.).

Групповые особенности. *Кланомыслие* (Clanthink). Этим термином обозначается ситуация, когда все члены группы верят в одно и то же ложное утверждение. Историческими примерами являются прошлые периоды, когда все считали, что Земля плоская, и что кровопускание является универсальным лечебным средством; или что Солнце обращается вокруг Земли. Единственным способом преодолеть кланомыслие является создание условий, при которых группа на собственном опыте убедится в неверности общепринятого мнения.

Группомыслие (Groupthink). Это действительно патологическое состояние группы, при котором ее члены придерживаются общего мнения несмотря на очевидные и общеизвестные факты, явно ему противоречащие. Группомыслие проявляется в следующих формах:

- члены группы испытывают сильный дискомфорт, если некий диссидент высказывает возражения против общего мнения;
- давление группы лишает индивида самостоятельности мышления, побуждает его к единомыслию; критическое мышление подавляется;
- нормой поведения является демонстрация лояльности даже при очевидной неверности политики и нежелательности ее последствий, несмотря на угрызения совести;
- двойная мораль: разное отношение к «нашим» и «чужим»; гуманное и благородное отношение к нашим, и иррациональная жестокость к чужим, игнорирование этики и морали при достижении цели (пример — атомные бомбардировки японских городов американцами);
- добровольный отказ от своих сомнений во имя консенсуса;

— иллюзия собственной неуязвимости, «сверхоптимизм», несмотря на цепь неудач и провалов (примеры — действие Кеннеди в Заливе Свиней, Джонсона во Вьетнаме, НАСА — в истории с катастрофой «Челленджера»);

— иллюзия единодушия («Молчание — знак согласия»); консенсус считается доказательством правильности.

Главным средством преодоления группомыслия является создание условий для выражения разных мнений, поощрение критики, открытость для информации с нижних уровней организации и извне, включая сигналы от соперников и противников, и учет всей этой информации для принятия решений.

Разномыслие (Spreadthink). Это факт различия оценок членами группы одной и той же проблемной ситуации. Он в явной форме тщательно исследуется в ходе формирования проблемного мессива.

Недомыслие. Любая группа, собравшаяся совместно достичь цели, может делать это эффективным и продуктивным способом либо пойти трудным, медленным путем к незначительным результатам. Последнее является патологией.

Наглядным примером этого служит деятельность многих комиссий (комитетов), создаваемых для рассмотрения некоторой проблемы. Ряд обстоятельств (намеренных и неосознаваемых, внутренних и внешних для комиссии) часто приводит к тому, что результаты работы комиссии ничтожны. Р. Акофф по этому поводу вполне серьезно шутит: «Объем полезных результатов, вырабатываемых комитетом, убывает по мере увеличения самого комитета. Следовательно, оптимальное число членов комитета равно нулю. <...> Функция комитетов состоит не в том, чтобы принимать решения, а чтобы оттянуть их принятие достаточно надолго, пока обсуждаемый вопрос не отпадет сам собой. <...> Комитет ценится тем выше, чем больше времени и денег ему требуется для того, чтобы не прийти ни к какому заключению, и чем объемнее отчет о том, как они к этому пришли». Меру борьбы с этой патологией Р. Акофф видит в том, чтобы тот, кто проводит заседания комитета, сам оплачивал время тех, кто присутствует на них. Хотя бывает и так, что комиссия создается специально для оттягивания решения.

Особенности организаций. В результате того, что в организациях устанавливаются структуры подчиненности иерархического типа, в них возникают и дополнительные к личным и групповым, специфические «патологии», которые необходимо преодолевать при системном преобразовании организации.

Патологии в иерархии возникают по двум причинам.

Первая заключается в том, что вышестоящие в иерархии менеджеры испытывают чувство превосходства по отношению к нижестоящим работникам. Это чувство приводит к недооцениванию или даже отвержению любых улучшающих предложений со стороны подчиненных. Меры по преодолению этой патологии видятся во введении в воспитание, образование, подготовку руководителей — привития им способности поддерживать любые действия подчиненных, повышающие эффективность их работы. По мере усложнения ситуации наступает время осуществления перемен. В том числе — перемен в деятельности самых малых групп в организации, о которых высшие слои руководства часто вообще не задумываются. Такая ситуация нуждается в менеджерах (собственных или привлекаемых извне), которые знают, как преодолевать сложность с помощью эффективных соучастных, партисипативных методик, противодействуя персональным и групповым патологиям.

В частности, необходимо воспитать у руководителей чувство *восприимчивости к инновационным предложениям подчиненных*.

Вторая причина возникновения патологий в иерархии состоит в том, что и сами нижестоящие испытывают чувство приниженности, зависимости от вышестоящих. Например, во время совещания его участники почти всегда ждут, пока не выскажется главный руководитель. После этого выступающие стараются не слишком противоречить сказанному. Из-за этого не рассматриваются конкурентоспособные альтернативы. Противодействие этому может состоять в предоставлении слова руководителю в конце дискуссии, и не для принятия решения, а для внесения дополнительных вариантов для последующего обсуждения всех предложений.

Итак, причины организационных патологий в иерархии лежат в том, что со стороны верхов — это боязнь утратить контроль, а со стороны низов — боязнь сделать что-нибудь не так. Результат: неэффективность, удушение творчества.

Противоядие — движение в сторону партисипативного менеджмента: «Чего мы хотим добиться?», «Чем мы можем помочь друг другу?»

Практика показывает, что обе эти патологии преодолимы методом системного анализа, кроме одной — высокомерия и неприятия со стороны высшего руководства. Единственный способ исправить такую ситуацию — замена руководителей людьми, осознающими роль патологий, в том числе и собственных.

Еще один тип организационных патологий связан с тем, как в организации относятся к ошибкам исполнителей.

Сделать что-то правильно — значит лишь подтвердить то, что уже известно; на этом нельзя научиться. А вот на совершаемых ошибках можно учиться, если их признавать и исправлять. Но в большинстве организаций совершение ошибок не одобряется и даже наказывается. Это блокирует развитие.

Есть два типа ошибок. *Ошибки совершения* состоят в том, чтобы сделать то, чего не следовало делать. *Ошибки несовершеня* состоят в том, чтобы не делать того, что должно было быть сделано.

Ошибки несовершеня более серьезные, чем ошибки совершения, потому что (кроме других причин) их часто невозможно или очень трудно исправить. Это утраченные возможности, которые уже никогда не удастся вернуть. И организации чаще терпят крах от того, что они чего-то не сделали, нежели от того, что они сделали (пример — компартия СССР).

Тем не менее ошибки несовершеня редко фиксируются и еще реже наказываются. Поэтому исполнителей наказывают за совершение чего-то, чего не следовало делать, но они не несут ответственности за то, что они не сделали того, что надо было сделать. Поскольку наказываются только ошибки совершения, оптимальной стратегией менеджера, стремящегося к собственной безопасности, является избавление от них, вплоть до ничегонеделания. Наиболее успешные руководители — те, кто создает видимость бурной деятельности, не делая ничего. В этом-то и заложены корни несклонности организации к переменам.

Осуществление перемен вовне требует перемен в самом себе.

Начиная с третьей главы, мы неоднократно подчеркивали, что любая деятельность субъекта осуществляется с помощью подходящих моделей, обеспечивающих данную деятельность необходимой информацией. Нужные в данный момент модели извлекаются из совокупности врожденных и приобретенных субъектом моделей, образующих его «мир моделей», «культуру» субъекта. Таким образом, успешность деятельности, качество полученного результата существенно зависят от культуры субъекта. Это, конечно, относится и к управленческой деятельности, в том числе и к решению проблем, т.е. к вмешательству в реальность и к изменению поведения людей, вовлеченных в проблемную ситуацию.

Изменение поведения субъекта оказывается трудным делом, даже для субъекта-индивида, даже если такое изменение является для него вопросом жизни или смерти. Например, исследования обнаружили, что после операции по шунтированию сосудов сердца лишь 12% пациентов меняют свои привычки на более здоровый образ жизни.

ни, снижая вес и занимаясь физкультурой. А что же тогда говорить о трудностях изменения поведения субъекта-организации, состоящей из множества индивидов!

Продвижение в этом вопросе дали изыскания в области психологии людей, исследования выявили психические особенности субъектов, побуждающие их сопротивляться одним формам управленческих воздействий со стороны руководителя и подчиняться другим. Выводы можно сформулировать следующим образом¹.

Перемены болезненны. Почему люди так упорно сопротивляются переменам, даже если они делаются в их собственных интересах? Одна из причин состоит в том, что изменения требуются не только в окружающей среде, но и в системе моделей индивида (т.е. в его культуре).

После достаточно длительной практики вождения автомобиля, люди начинают водить «не думая»: новые модели, обеспечивающие это, спускаются на подсознательный уровень организации действий. Оказавшись в стране с левосторонним движением, человек вдруг испытывает серьезные трудности вождения машины. Некоторые даже отказываются садиться за руль в чужой стране. Похожая ситуация возникает при переходе от управления машиной с автоматической коробкой скоростей на ручное управление.

И такая же стрессовая ситуация возникает при любых стратегических или организационных изменениях: возникает необходимость перехода от привычных, отработанных рабочих процедур взаимодействия работников, к новым, непривычным, требующим усиленного напряжения ума. В результате чисто животного инстинкта, вызывающего тревогу при расхождении ожиданий и реальности, многие люди испытывают при этом стресс и дискомфорт разной силы и — делают все, чтобы избежать перемен. Руководители, осуществляющие перемены в организации, должны учитывать, что одни и те же события по-разному воспринимаются людьми на разных уровнях организационной иерархии, т.е. они испытывают разные стрессы на данное изменение.

Бихевиоризм не всегда срабатывает. Открытые Павловым на собаках условные рефлексы были в 1930-х годах обобщены Б. Скиннером на людей в форме бихевиоризма — теории управления организацией на основе поощрений и наказаний («кнута и пряника», «морковки и палки»). Такая методика широко распространена как

¹ См.: *Rock D., Schwartz J.* The neuroscience of Leadership, Strategy + Business (www.bah.com) Reprint № 06207, 2007.

в рутинной практике руководства, так и при осуществлении обновляющих преобразований. Однако психологи обнаружили, что сигналы, предназначенные для возбуждения нужного отклика через условный рефлекс, применительно к людям срабатывают не всегда однозначно. Например, менеджер может делать выговоры тем, кто всегда опаздывает к началу заседаний. Это может пристыдить их и иметь временный эффект, но при этом переключает их внимание с сути дела на проблемы, вызывающие запаздывания. Другой менеджер может предпочесть вознаграждать в какой-то форме тех, кто появляется вовремя. Но при этом опаздывающие испытывают неприятные тревожные эмоции, не способствующие делу.

Гуманизм переоценивается. В 1950-1960-х годах большой приоритет в психологии приобрели гуманистические тенденции, фокусирующие внимание на личности, эмоциональные потребности и ценности. Эта психология предписывала оказание помощи в реализации личного потенциала через самоактуализацию, проявление скрытых возможностей и устремлений. От практики поощрений и наказаний перешли к сочувствию, соучастию, проникновению в личные проблемы субъектов и переходу к практике холистических решений проблем. Это осуществляется путем создания в группе доверительных отношений и взаимопонимания, осознания необходимости и ценности изменений.

Инстинктивное стремление всех живых организмов к сохранению равновесия и уклонение от перемен (гомеостазис) — одна из причин сопротивления любым изменениям. Эффективный способ преодолеть такое сопротивление — вовлечение стейкхолдеров в проектирование изменений для самих себя, организация этого процесса системным аналитиком с помощью специальных технических приемов (*facilitating*), помогающих участникам самим вырабатывать свои решения.

Решающим в этом является концентрация внимания на ожиданиях перемен и поощрительной обратной связи. Примером того, как ожидания создают реальность, может служить эффект плацебо: заставьте пациента, что он принял болеутоляющее средство, и он на самом деле почувствует облегчение, хотя пилюля была совершенно нейтральна. Главное заключается в том, чтобы переключить внимание с проблемы на ее решение, побудить людей самим искать это решение, сконцентрировать их внимание на творческой стороне этих поисков. Методика идеализированного проектирования Р. Акоффа является наиболее последовательной реализацией этих идей.

Роль этики в системном анализе. Изложенное выше в данном параграфе частично является вольным пересказом «теории системной практики» Р. Акоффа, выдающегося американского системного аналитика, эмеритус профессора Пенсильванского университета.

Представляется интересным упомянуть еще один раздел теории практики Р. Акоффа, посвященный вопросам этики, морали и нравственности — категориям, неизбежным в любой деятельности и в системном анализе тоже.

С одной стороны, системные исследования имеют много общего с «обычными» научными исследованиями. Исполнитель должен быть добросовестным, честным, объективным, преданным истине, требовательным к своей компетентности, соблюдать нормы общения с коллегами по профессии. С другой стороны, в системном анализе, кроме истин фактических («объективных», «научных»), необходимо учитывать много субъективных факторов: персональные человеческие ценности, психологические аспекты отношений между людьми, индивидуальные оценки реальности и т.д. Эти факторы слабо изучены, далеки от строгой формализации, чрезвычайно специфичны для каждого человека, что заметно усиливает значение этических аспектов в поведении системного аналитика.

Например, одна из опасностей («ловушек») в системном анализе состоит в навязывании системным аналитиком своего мнения стэйкхолдерам, в том числе и лицу, принимающему решения. Этика поведения системного аналитика состоит в том, чтобы не быть «серым кардиналом», т.е.:

- не скрывать альтернатив, которые почему-либо не нравятся ему самому; доводить и такие альтернативы до сведения лица, принимающего решения;
- то же самое относительно альтернатив, которые возможно или даже заведомо не понравятся лицу, принимающему решения;
- явно сообщать предположения, лежащие в основе полученных заключений;
- обращать внимание лица, принимающего решения, на устойчивость или чувствительность альтернатив к изменениям условий.

Особый вопрос — неизбежность компромиссов и пределы их допустимости. Идея улучшающего вмешательства может быть выражена и в такой форме: целью является не поиск истины, не выяснение, кто прав, а кто не прав; целью является достижение согласия между всеми.

Реализация улучшающего вмешательства неизбежно потребует поиска компромиссов. Простым примером может служить случай, когда заказчик настаивает на включении в рабочую модель детали, которую он считает существенной, а аналитик имеет противоположное мнение. Для создания благоприятной психологической атмосферы аналитик должен согласиться с клиентом, хотя при этом, возможно, совершается ошибка первого рода.

Однако компромиссы далеко не всегда столь безболезненны и столь позволительны. Системный аналитик оказывается перед этическим выбором, когда его принципы противоречат принципам заказчика. Некоторые этические правила для системного аналитика в такой ситуации были предложены Дрором:

- не работать на клиента, не дающего доступа к нужной информации;
- не выполнять анализ только для обоснования уже принятого решения;
- не работать на клиента, чьи цели и ценности противоречат гуманистическим ценностям и собственным убеждениям аналитика.

Категоричность этих правил в реальности иногда наталкивается на так называемые «сложности жизни». Этика — вообще дело не принудительное, а добровольное.

Например, известный кибернетик С. Бир выполнял системные исследования проблем управления экономикой Чили по заказу правительства Альенде, но отказался работать по приглашению Пиночета, хотя ему после этого пришлось принять меры личной безопасности.

Однако на одной международной конференции по системному анализу было высказано мнение, что не стоит абсолютизировать такую бескомпромиссность. Аргумент был таков: заказчик заведомо знает, что его и ваши этические установки противоречивы. Обращаясь к вам, он тем самым проявляет готовность в чем-то изменить свои установки. Почему бы не использовать возможность улучшения этики клиента? «Представьте себе, что священники отказались бы иметь дело с грешниками; тогда церкви было бы нечего делать». Докладчик привел пример решения проблемы рэкета мелких лавочников путем найма ими охранников из числа рэкетиров.

Конечно, мои симпатии на стороне С. Бира, а не тех, кто предложил привлечь самих бандитов к решению проблемы рэкета. Но как я поступлю, если ко мне придут преступники и предложат выбор: либо я помогаю им решить их проблему за большое вознаграждение, либо

они начнут терроризировать мою семью? Молю Бога, чтобы у меня хватило нравственных сил последовать примеру С. Бира.

Контрольные вопросы и задания

1. Что значит «оценить риски» проекта?
2. Какой вид управления называют «менеджмент»?
3. Назовите причины (три), по которым участие стэйкхолдеров в системном анализе является необходимым.
4. Почему следует добиваться добровольности участия стэйкхолдеров в анализе?
5. Перечислите три условия, обеспечивающих добровольность участия.
6. Каковы меры по выполнению этих условий?
7. Попробуйте назвать этические нормы научных исследований вообще и прикладного системного анализа в частности.

Наш курс подошел к концу. Вы узнали, в какой последовательности и как нужно сделать, чтобы с высокой вероятностью успешно решить любую проблему. Но давайте будем реалистами — вы сейчас в положении, вполне аналогичном тому, в котором оказываются закончившие теоретические курсы по плаванию или вождению автомобиля. Для того чтобы хорошо плавать или уверенно водить машину, нужно отработать на практике навыки применения полученных знаний в реальных условиях. Дерзайте! Но и в этом деле нужна постепенность, продвижение от простого к сложному.

Студентам можно порекомендовать сознательно и последовательно использовать технологию системного анализа в выполнении их курсовых и дипломных работ, поскольку эти работы и нацелены на решение каких-то проблем. Нередко такие попытки вызывают у самих студентов удивление — настолько интересные, а иногда неожиданные выводы при этом получаются.

Работающим профессионалам, желающим ввести в свой обиход системную технологию, можно порекомендовать начать свои тренировки в этом с ретроспективного рассмотрения проблемы, ранее встретившейся в их практике и уже решенной ими. Мысленно вернитесь к тому моменту, когда вы в первый раз столкнулись с этой проблемой, мысленно «забудьте», что вы делали дальше, и попробуйте системно применить технологию к этой проблеме в максимально возможной степени, в учебных целях заменяя стэйкхолдеров вашим пониманием их интересов. Вы построите не только вариант, который был вами осуществлен, но и другие возможные решения. Сравнив их по рекомендуемой технологии, вы увидите, какое место среди них займет ваше прошлое решение. Не исключено, что вам удалось тогда принять наилучшее решение (только не подгоняйте ответ искусственно!), но даже в этом случае вы увидите пользу от формирования других способов решения проблемы и их сравнения. Не огорчайтесь, если увидите, что можно было поступить иначе и это было бы лучше.

Как сказал поэт:

Никогда, никогда ни о чем не жалейте,
Не жалейте о том, что нельзя изменить...

Тем, кто захочет испытать такой способ тренировки, рекомендуется начать с *самой простой* из ваших прошлых проблем. Ведь системное исследование является трудоемкой процедурой, а на данном этапе ваша задача — практиковаться не в объеме, а в качестве выполняемой работы. И помните, что это всего лишь учебная работа, так как в нее стэйкхолдеры реально не вовлекаются.

И еще одно очень важное замечание. Хотя на протяжении всей книги настойчиво внушалась мысль о том, что улучшающее вмешательство — вполне реальное дело, может случиться так, что результат всей работы не вполне (или вполне не) удовлетворит вас. Даже при скрупулезном и старательном следовании технологии системного анализа это все же изредка *может* произойти. Настоящий системщик никогда не обвиняет кого-то в своей неудаче. Причин неудачи может быть всего две: либо где-то, в чем-то была нарушена (по ошибке или по незнанию) предписанная технология, либо поставленная цель оказалась физически нереализуемой, противоречащей законам природы. (Заметьте, что «козни врагов» не входят в число причин неудачи: системщик обязан был их предвидеть!)

Соответственно предлагаются следующие рекомендации:

1) если вы не в силах изменить не нравящуюся вам ситуацию — измените свое отношение к ней;

2) если вы не в силах изменить не нравящуюся вам ситуацию и не можете изменить свое отношение к ней — смените ее статус: переведите из разряда проблем в заданные условия.

- Акофф Р.Л.* Менджмент в XXI веке. Преобразование корпорации. Пер. с англ. Ф.П.Тарасенко, Томск: издательство Томского государственного университета, 2006.
- Акофф Р.Л.* Акофф о менеджменте. СПб.: Питер, 2002.
- Акофф Р., Дж. Магидсон, Г.Дж. Эддисон.* Идеализированное проектирование / пер. с англ. Ф.П. Тарасенко. Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2007.
- Альтшулер Г.С.* Найти идею. Новосибирск: Наука, 1986.
- Богданов А.А.* Тектология (всеобщая организационная наука). Кн. 1 и 2. М.: Экономика, 1989.
- Винер Н.* Кибернетика и общество. М.: ИЛ, 1968.
- Волкова В.Н., Денисов А.А.* Основы теории систем и системного анализа. СПб.: издательство СПбГТУ, 1997.
- Джонс Дж.* Методы проектирования. М.: Мир, 1986.
- Загоруйко Н.Г., Елкина В.Н., Лбов Г.С.* Алгоритмы обнаружения эмпирических закономерностей. Новосибирск: Наука, 1985.
- Клир Дж.* Системология. М.: Радио и связь, 1990.
- Наука и искусство системной практики: Труды Международного «круглого стола»: ИААА, Лаксенбург, Австрия, 6–8 ноября 1986 г. / Ред. Ф.И. Перегудов, пер. Ф.П. Тарасенко. М.: НИИ ПВШ, 1989.
- Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П.* Основы системного анализа. 3-е изд., испр. и доп. Томск: НТЛ, 2001.
- Тарасенко Ф.П.* Прикладной системный анализ: Мультимедийный курс на CD-ROM. Томск: Институт дистанционного образования ТГУ, 2007.
- Jackson M.C.* Systems Thinking: Creative Holism for Managers. John Wiley & Sons Ltd.: University of Hull, UK, 2003.
- Warfield J.N.* Introduction to Systems Science. Singapore: World Scientific, 2006.