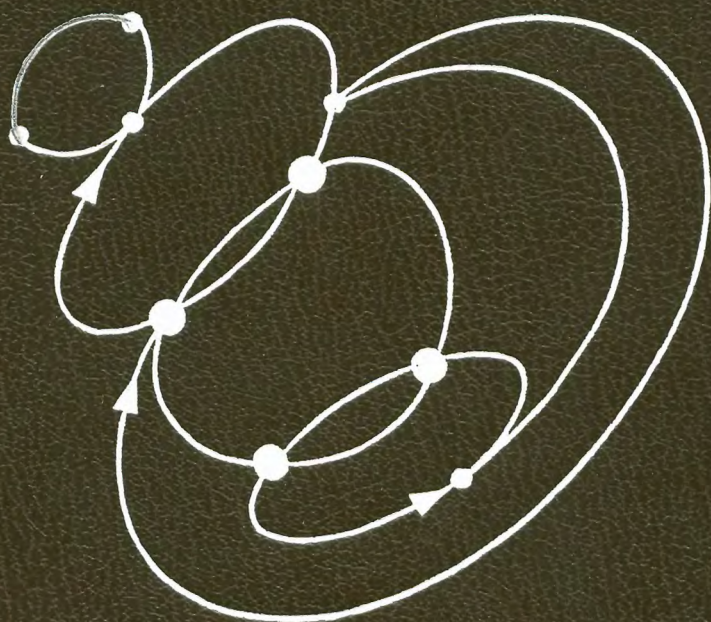


Дж. ван Гиг

ПРИКЛАДНАЯ ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ

1



APPLIED GENERAL SYSTEMS THEORY

SECOND EDITION

John P. van Gigch

**California State University,
Sacramento**

Foreword by

C. West Churchman

**Professor of Business Administration
and Director of the Social Sciences Project,
Space Sciences Laboratory,
University of California, Berkeley**

**Harper & Row, Publishers
New York, Hagerstown, San Francisco, London
1978**

Для научных библиотек

Дж. ван Гиг

ПРИКЛАДНАЯ ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ 1

В 2-х книгах

Перевод с англ.

под редакцией канд. физ.-мат. наук **Б. Г. Сушкова**,
д-ра философ. наук **В. С. Тюттина**

Издательство «МИР»
Москва 1981

ББК 22.1
Г46
УДК 577.4

Гиг Дж., ван

Г46 Прикладная общая теория систем: Пер. с англ.— М.:
Мир, 1981. — 336 с., ил.

Книга американского ученого, посвященная проблемам использования методов общей теории систем для разработки и проектирования реальных систем. Изложение сопровождается примерами, взятыми из повседневной действительности. В русском переводе выходит в двух книгах.

Для специалистов, занятых проектированием сложных технических и организационных систем.

Г $\frac{30501-141}{041(01)-81}$ 141-81, ч. 1 2109000000

ББК 22.1

Редакция литературы по новой технике

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРОВ ПЕРЕВОДА

В развитии системных исследований можно выделить четыре этапа. В 20-е годы в СССР вышла в свет книга А. А. Богданова¹⁾, явившаяся исторически первым вариантом общей теории систем (ОТС). Однако эта работа не получила поддержки и научного резонанса в те годы. В отечественной науке ей предшествовали труды А. М. Бутлерова по теории химического строения, Д. И. Менделеева по систематизации элементов, кристаллографа Е. С. Федорова и физиолога Н. А. Белова. В 30-е годы идея системного подхода и построения ОТС была возрождена в работах Л. Берталанфи и других ученых. С рождением кибернетики²⁾ системные исследования получили свое подлинное развитие — на солидной научной и технической базе, с использованием опыта проектирования автоматических и автоматизированных систем (работы У. Эшби, О. Ланге и др.). Более того, обозначилось взаимопроникновение понятий и методов кибернетики и системных исследований, что достаточно убедительно показано автором данного труда. В 60-е годы были созданы оригинальные варианты ОТС, имеющие собственный математический аппарат (работы М. Месаровича, А. И. Умова, Ю. А. Урманцева и др.)

Теоретические положения системного подхода еще на ранней стадии его развития подвергались критическим и скептическим оценкам. Главным объектом критики являлись якобы малая эффективность и даже бесплодность системных исследований. Спорадические приложения этих исследований в ряде областей знания в расчет не принимались. И даже результаты, достигнутые с помощью системного анализа, т. е. комплекса приемов и методов решения конкретных (теоретических и практических) задач на основе принципа системности, представлялись критикам малоубедительными. Нейтрализовать критику могли лишь обобщение опыта использования ОТС и его систематическое изложение, позволяющее получить четкие ответы на вопросы, как и где можно эффективно применять системный метод. Именно это и попытался сделать автор данной книги, предлагаемой вниманию советского читателя.

¹⁾ Богданов А. А. Всеобщая организационная наука (тектология): Изд. 3-е. Части I — III. — М. — Л.: 1925—1929.

²⁾ Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине: Пер. с англ. — М.: Советское радио, 1958.

В книге удачно выделены и изложены все основные проблемы, связанные с приложениями ОТС; эти проблемы рассматриваются здесь с привлечением математического аппарата и средств вычислительной техники. Систематизация приложений ОТС позволила обнаружить «белые пятна», слабо разработанные вопросы и тем самым дала толчок к новым исследованиям системно-кибернетического направления.

Понятиями «системный подход» и «прикладная общая теория систем» автор пользуется как синонимами, подразумевая под ними подход к решению конкретных задач, в первую очередь прикладных. Однако возникает вопрос: какой вариант (или варианты) существующих ныне ОТС автор берет за основу своей прикладной теории? Читатель не найдет в книге явных указаний на этот счет. Фактически основу единства его прикладной теории систем составляет общий принцип системности, а не определенный вариант ОТС; автор использует идеи и методы разных вариантов ОТС и подходов к их созданию. Поэтому определение «общая» теория имеет здесь не аналитически и не синтетически общий, а собирательный (объединительный) характер. Эта особенность данной теории, естественно, ослабляет ее внутреннее единство.

Совокупность основных проблем, методов и функций теории систем автор называет системной парадигмой. Она включает определение проблемы, назначение целей (иерархию целей и их компромиссы), количественную оценку и измерение параметров систем, принятие решений (в частности, разработку многопараметрических и многоцелевых моделей принятия решений), оптимизацию и субоптимизацию, проблемы сложности, экспертизы, диагностирования, управления и планирования. Поскольку все эти проблемы и методы широко применяются в процессе проектирования систем, понятие системной парадигмы он отождествляет с проектированием систем (см. гл. 5).

Главной сферой приложений автор избрал общественные науки, уделяя особое внимание анализу разнообразных организаций. И поскольку последние представляют собой сложные системы, то проблеме сложности не только посвящена специальная глава, но идея преодоления сложности является своеобразным лейтмотивом всей книги. Следует заметить, что автор поднял далеко не все проблемы сложности, проанализировал не все пути и средства ее преодоления. Ставя вопрос об эффективности приложений ОТС, автор неоднократно указывает на методологические трудности и на зависимость применения системного метода от методологических и мировоззренческих предпосылок. Так, рассматривая в гл. 19 различные системы планирования, автор отмечает, что «проектировщики

могут сформировать различные стратегии в зависимости от своего миропонимания».

Дж. П. ван Гиг склоняется к натуралистической социологической концепции с переходом (по отдельным вопросам) на позицию субъективистской социологии. Так, он не проводит границы между так называемыми телеономическими системами, цель функционирования которых задается лицом, ответственным за работу данной системы, или проектировщиком, и системами, целостность которых является результатом взаимодействия множества таких систем. Во втором случае акцент должен делаться на объективные законы исторического развития общества, а не на якобы целевые причины развития. В гл. 10, анализируя проблему качества жизни, включающую комплекс вопросов борьбы с бедностью и вопросы преступности в современном американском обществе, автор уклоняется от социально-политического и социально-экономического анализа понятия «бедность» и причин последней. Правда, на стр. 313 Дж. П. ван Гиг делает справедливое критическое замечание в адрес работы «Социальные показатели 1973», характеризующей американский образ жизни. Так, он выражает удивление по поводу того, что в эту работу не включены показатели, относящиеся к социальной подвижности, образованию, науке, искусству, загрязнению окружающей среды. «Не упоминаются,— продолжает автор,— и такие вопросы, как функционирование наших социальных и политических институтов, пользуются ли американцы свободой слова, равны ли они перед законом и могут ли возместить ущерб, когда имеют дело с большими организациями и бюрократическими учреждениями, существует ли у нас политическое неравенство ... Можно сожалеть,— заключает автор,— что такие важные проблемы опущены, но это, очевидно, объясняется тем, что они слишком щекотливы».

Математический аппарат теории систем пока только создается, и в настоящее время не существует формальных средств, позволяющих адекватным образом и единым языком описывать разнообразные, подчас весьма далекие друг от друга по своей природе процессы реального мира. Широта приложений обуславливает многообразие математических методов, используемых в теории систем. Тем не менее отдельные математические дисциплины постоянно применяются в системных исследованиях,— это прежде всего методы оптимизации и математическое моделирование, включая методы имитации. Именно этим современным направлениям прикладной математики автор уделяет наибольшее внимание в своей книге. При рассмотрении ряда проблем используются теория информации, теория измерений, математическая статистика и теория катастроф. Автор

не претендует на полноту изложения соответствующих разделов математики; они применяются в той мере, в какой это необходимо для решения рассматриваемых практических проблем. Главными здесь являются вопросы, предшествующие строгой постановке математической задачи, вопросы, связанные с выбором соответствующего математического метода.

В заключение хотелось бы отметить, что книга отражает условия американского образа жизни и концепции, господствующие в США, а также трудности и проблемы социального развития Америки. Хотя мировоззренческая и методологическая ориентация автора отличается от нашей, тем не менее теоретический анализ применения системного метода к решению многих прикладных задач представляет интерес для специалистов, занятых в области проектирования, планирования и управления сложными системами.

Перевод выполнили канд. филол. наук М. В. Круть (гл. 1, 9, 10), канд. физ.-мат. наук А. И. Самыловский (гл. 3—6, 14, 15, 18—20), канд. физ.-мат. наук М. Г. Фуругян (гл. 2, 7, 8, 16, 17) и канд. филол. наук Н. Н. Щербиновская (гл. 11—13). В работе над гл. 10 принимал участие канд. экон. наук Э. А. Соболев.

*Б. Г. Сушков
В. С. Тюхтин*

ПРЕДИСЛОВИЕ К АМЕРИКАНСКОМУ ИЗДАНИЮ

Человеку свойственно считать, что добросовестный труд является гарантией получения хороших результатов. Поэтому, когда критикуют или одобряют наши общественные институты и создаваемые ими многочисленные проекты, то склонны задавать вопрос: «Каков же конечный результат всех приложенных усилий?» Такой вопрос зачастую вызывает недоумение, поскольку обычно считают, что цель как раз и состоит в составлении отчетов, написании статей и книг, выпуске определенного числа студентов. Все эти виды деятельности могут стать предметом критики. «Я понимаю,— говорит критик,— то, что вы сделали, и возможности, предоставленные вашим проектом, действительно имеют важное значение, и не только для небольшой группы людей или для получения определенного числа предметов, но все же в чем состоит ваш вклад?»

Подобный вопрос приводит нас в замешательство, так как, хотя мы добросовестно и напряженно работали, по правде говоря, мы и сами не уверены до конца, что наши результаты действительно значительны и важны. Но по некотором размышлении мы можем все представить совершенно в ином свете. Возможно, что эти благонамеренные, вечно сующие нос в чужие дела критики неверно ставят вопрос, и если это действительно так, они достойны осмеяния! Человек не живет лишь по принципу потребления благ. Жизнь человека — это непрерывный процесс, где присутствуют любовь и ненависть, радость и разочарование, созидание и разрушение. Возможно, вопрос следовало бы поставить так: «Неотъемлемой частью какого из компонентов жизненного процесса являются ваши усилия?»

Те, кто уже в течение ряда лет работает в области, называемой проф. ван Гигом прикладной общей теорией систем или системным подходом, определенно виновны в представлении результатов своей работы как предметов, объектов, а не процессов. Раньше мы провозглашали, что получили «решение» одной из насущных проблем, стоящих перед обществом, как будто это задача о наилучшей упаковке товаров. Лишь в настоящее время мы приходим к пониманию того, что цель состоит не в получении результатов — решений задач управления запасами, массового обслуживания или о размещении, — скорее она заключается в постановке более глобальных проблем или

вопросов, которые бы стимулировали созидательный процесс, приносящий удовлетворение. Творчество пускает корни и процветает на почве хорошо поставленных вопросов. Жизнь часто становится скучной и лишенной всякого смысла как раз потому, что нет подходящих проблем для размышления.

Системный подход, как демонстрирует ван Гиг, зачастую является генератором вопросов, которые иначе просто не возникли бы. А следовательно, системный подход достоин «оптимистической» оценки. Заметим, что «хороший» вопрос состоит не просто в постановке вопросительного знака. Если вопрос «не зажжет» вас, это означает, что он недостаточно глубокий. С другой стороны, если бы человечество направляло все свои усилия на разрешение возникшего вопроса — настолько увлекательным он представляется, — то такой вопрос оказался бы гибельным. Так что накал вопроса, конечно, должен быть довольно высок, но не испепеляющ.

Далее, серьезность процесса исследований не должна приводить к смертельной скуке, мы должны познать не только горечь, но и радость творчества.

Эта мысль хорошо выражена последней фразой Гертруды Стайн¹⁾, когда на вопрос Элис В. Токлас: «Скажи нам, Гертруда, что же является ответом на все это?» — Гертруда отвечает: «А в чем вопрос?»

Уэст Чёрчмен

Беркли, Калифорнийский университет

¹⁾ Американская писательница-авангардистка. — *Прим. перев.*

Я считаю, что познать части без знания целого так же невозможно, как познать целое без знания его частей.

Блез Паскаль (1623—1662).
Мысли, гл. 1

*Посвящается моим родителям, жене
и детям, чтобы они могли познать части
и охватить целое*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Возможно, такой вопрос содержит оттенок шутки, но все же рискнем задать его: кто извлекает больше пользы из книги — читатель или автор? Могу вас заверить, что я как автор многому научился в процессе написания, опубликования и переработки первого издания книги. Книга подобна завершённому инженерному проекту: идеи уже положены на бумагу и ждут очередного пересмотра. Я рад, что мне предоставили возможность переработать первое издание книги, которое частично устарело. Кроме того, под влиянием критики, состоявшихся обсуждений и новых результатов мои идеи претерпели изменения. Подобно любому проекту, содержание книги должно со временем меняться и старые идеи должны уступать место новым. И этот процесс не остановить. Однако тема книги и задача, которой она служит, переживут поток текущих событий.

Как подчеркивается далее, «одна из моих главных целей состояла в том, чтобы навести мост» между новой дисциплиной — *общей теорией систем* (ОТС) — и ее инструментом — *системным подходом* к решению практических задач. Средства и методы системного подхода представляют собой *системную парадигму*, которая наиболее полно реализуется в *процессе проектирования систем*.

Внимание ОТС фокусируется не на исследовании конкретных задач и частных случаев, а на вопросах, связанных с понятием *структуры, процесса, поведения, взаимодействия, назначения* и т. п.

Я старался избежать так называемой проблемной ориентации и пытался исследовать проблему в контексте общей теории, охватывающей все проблемы подобного рода. «Общая теория», как я ее трактую, состоит в установлении функций проектирования систем, общих для процессов проектирования всех систем. Принятие решений, задание целей, количественное определение, измерение, оценка, оптимизация, субоптимизация, планирование, управление, диагностирование и т. п. — все это функции, используемые при проектировании любой системы. Итак, по существу мы имеем здесь дело с общей теорией

проектирования систем. Решения же отдельных задач будут получаться в результате конкретизации общесистемных методов. Назначение ОТС — быть междисциплинарной по своему подходу наукой. Новые надежды связываются с «трансдисциплинарным методом исследования» — метадисциплиной, которая объединит все дисциплины.

Мы повторим здесь некоторые замечания, сделанные при выходе первого издания книги.

Книга предназначена для студентов и аспирантов, а также работников административно-государственного аппарата. Она будет представлять интерес как для теоретиков системной науки, так и для практиков, имеющих дело с реализацией проектов в своих организациях или занятых поиском неисправностей, мешающих нормальному функционированию систем. Для понимания проблем, освещенных в данной работе, требуется скорее способность к концептуальному мышлению, чем знание конкретных аналитических методов. Понятие систем здесь не связано с системами обработки данных или с информационными системами. Системы в таком понимании являются предметом рассмотрения специальных курсов, таких, как программирование для ЭВМ, аппаратное и программное обеспечение ЭВМ, архитектура вычислительных комплексов и т. д. Используемое в книге понятие «системы» имеет отношение к множеству систем «организованной сложности» и особенно к одному из его подмножеств — организациям, в рамках которых люди живут и работают. Несмотря на то что обсуждаемые в книге проблемы — это проблемы, встающие перед всеми типами организаций (большими и малыми, государственными и частными, социально-политическими), они пока не нашли должного отражения в трудах по методам управления, теории организации и теории принятия решений. Подобные проблемы имеют более общую и взаимопроникающую природу, чем обычно считается. Они составляют как бы философскую основу организаций и систем и могут даже устанавливать их *raison d'être*¹⁾.

С помощью ОТС и системного подхода делаются попытки разрешить дилемму между *простотой* и *сложностью*. Успех на этом пути существенно прояснил бы природу взаимосвязей между системами. Вопросы *оптимизации* и *субоптимизации* являются центральными при объяснении причин бесплодности усилий тех проектировщиков систем, которые стремятся к достижению *summit bonum*²⁾, несмотря на то что вполне

¹⁾ *raison d'être* (франц.) — право на существование, разумное основание, смысл. — *Прим. перев.*

²⁾ *summit bonum* (лат.) — величайшее благо, наивысшая польза. — *Прим. перев.*

приемлемо решение «второго сорта». Немыслимо представить себе процедуру принятия решений без привлечения процедур *измерений и оценок*, поскольку количественные суждения о явлениях должны воплотиться в соответствующие стратегии поведения. Лица, принимающие решения (ЛПР), заинтересованы в систематической оценке целей, возможных стратегий и программ, так же как и последствий своих решений. В книге описываются эвристические и алгоритмические модели принятия решений.

Были предприняты попытки определения *социальных показателей* и измерения *качества жизни*. Указанные показатели должны дополнить экономические показатели, которыми руководствуются ЛПР в своей деятельности.

Планирование иногда противопоставляют свободе действий. Однако, если мы не признаем необходимости планирования, мы не будем в состоянии реально воспользоваться достоинствами свободы. С планированием тесно связано *управление*. Здесь имеется в виду, что при практическом использовании системы ее функционирование путем управления должно направляться на постоянное движение системы к целям, для которых она, собственно, и предназначена. Очевидно, что наилучшее управление — саморегулирование. Однако нам еще не вполне ясно, что такое саморегулирование открытых систем. Реализация новых проектов систем предполагает их одобрение потребителями, т. е. *достижение согласия*, а также учет этических аспектов проектирования систем.

Я хотел бы предостеречь читателя от излишнего доверия к той точке зрения, что методы, пригодные для «жестких» систем, можно полностью перенести на «мягкие» системы. Более правильно было бы развивать новые методы специально для «мягких» систем. Такие методы уже известны: дельфийский метод, теория катастроф и многопараметрические модели решений. С помощью подобных методов можно дать формальное обоснование наукам, носящим качественный характер. Чтобы ознакомить читателя с таким подходом, мы излагаем основы теории размытых множеств, которую обычно называют *метаязыком неясности* (по аналогии со статистикой и теорией вероятностей, называемыми *метаязыком неопределенности*). Таким образом, перед читателем разворачиваются три исторических этапа познания: от идеала постижения абсолютной истины к истине вероятной и, наконец, к размытой истине.

При описании функций проектирования систем вместо понятий, относящихся к «жестким» системам: проектирования, оптимизации, реализации (их употребление восходит к традиционному научному методу), — вполне могли быть использованы такие понятия, связанные с «мягкими» системами, как

возможность, желательность, адаптация, обучение и т. п. Принятие старой терминологии оправдано потребностью использовать концептуальные рамки, уже знакомые большинству читателей.

Назначение системного подхода — развивать методологию ОТС и общественных наук, в рамках которых он подтверждает свою достоверность. Удастся ли с помощью системного подхода и системной парадигмы достичь целей, для которых они предназначены, будет отчасти зависеть и от наших читателей. Смогут ли они в своей работе подняться до усовершенствования данного подхода, до более лучшего приспособления его к решению многочисленных задач, стоящих перед нами?

В процессе синтеза объединяются идеи и концепции всех, кто оказывает заметное влияние на современное течение научной мысли в данной области. Мне бы хотелось отметить вклад тех авторов, чьи идеи нашли отражение на страницах книги. Я очень признателен этим авторам (так же как и их издателям) за разрешение воспользоваться выдержками из их трудов.

Мне бы хотелось также поблагодарить всех, кто высказал свои замечания по содержанию книги. Обмен мнениями с авторами работ, ссылки на которые имеются в книге, состоявшийся после выхода первого издания в свет, был для меня чрезвычайно полезен. Я хочу поблагодарить этих ученых за то влияние, которое они оказали на ход и формирование моих мыслей, особенно. У. Чёрмена, идеи которого меня всегда вдохновляли.

Мне часто хотелось написать поэму или роман, а не книгу, посвященную научным и техническим вопросам и содержащую в силу необходимости большое число ссылок и цитат. Иными словами, мне бы хотелось, чтобы мое перо свободно летало по бумаге и его полету не препятствовали предметы, требующие точной интерпретации и понимания. Но независимо ни от чего написание книги всегда доставляет удовольствие и приносит пользу. Я надеюсь, что мои студенты и читатели будут испытывать такое же волнение, изучая книгу, какое чувствовал я, когда работал над ней. Я знаю, что у читателей сложится собственное мнение по многим вопросам, затронутым в книге. В предисловии к первому изданию книги я утверждал: «Читатели — это невоспетые герои наших произведений. Если кому-нибудь из них случится прочесть эту книгу, он, может быть, сочтет себя хоть в какой-то мере вознагражденным, так как почувствует причастность к рождению этого детища».

Дж. П. ван Гиг

Сакраменто, Калифорния

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД: ВВЕДЕНИЕ И ПРИМЕРЫ

1. Методология изменений

Жизнь в сложном разобщенном мире в условиях ограниченных ресурсов

Жизнь можно рассматривать как функционирование сложных систем, в которые человек пытается внести некоторый порядок. Одни системы были созданы человеком, другие возникли стихийно. Некоторые системы (например, семья) легко поддаются управлению, другие же, такие, как политика или промышленность, охватывают всю страну и с каждым днем все более усложняются, создавая большие трудности при управлении. Одни системы являются частной собственностью, другие принадлежат всему обществу. В какой сфере жизни мы ни были бы заняты, к чему бы ни стремились, нам всегда приходится иметь дело с организациями и системами.

Даже при неглубоком рассмотрении можно установить общую характеристику систем — сложность. Последняя является результатом многообразной и многогранной деятельности человека в этих системах. Сам человек является сложным системным объектом, а как член общества он взаимодействует с ним же созданными сложными организациями. Он сталкивается с нарушениями упорядоченности при управлении разными сферами общественной жизни и деятельности. Ярким примером тому может служить тяжелое положение, в котором оказались муниципальные власти районов США, страдающих от засухи. Они были вынуждены вводить строгие ограничения на пользование водой, в то время как граничащие с ними районы имели достаточные запасы воды. Вспомним также катастрофическую зиму 1976/77 г. в США, когда поставщики газа не смогли поставить достаточное количество газа в районы, которые особенно нуждались в топливе. Можно ли решать эти проблемы на местном или даже региональном уровне в эру сокращающихся ресурсов и стихийных бедствий, которые могут происходить в национальном или даже мировом масштабе! Мы обычно стараемся исключить вмешательство правительства в региональные дела, пока в этом не возникнет крайней необходимости.

Иначе говоря, нужно ответить на вопрос: *когда* наступает такая необходимость и *как* организовать более широкую систему юрисдикции, не ущемляя нашей свободы действий? Когда

наступает крайняя необходимость перейти к более широкому, целостному подходу при решении проблем, вместо того чтобы вязнуть в трясине мелких решений, которые охватывают лишь часть проблемы и часть системы и не учитывают взаимосвязи с другими системами? Вам, очевидно, уже ясно, что, по пристрастному мнению автора этой книги, такое время наступило. Ресурсы не только истощаются, но и, кроме того, неравномерно распределены. У одних стран — избыток нефти, у других — излишки пшеницы, одни люди пьют кофе бесплатно, другие платят за него непомерную цену, одни дышат чистым воздухом — другие задыхаются от смога. Многие обеспечены хорошей системой здравоохранения, в то время как другие умирают из-за отсутствия медицинской помощи и от недоедания. Людям необходимы такие блага, как воздух, жизненное пространство, отсутствие шума, чистая вода, пища, тепло, образование, качество жизни и мир. Мы должны быть уверены не только в наличии этих благ, но и в обеспечении их бесперебойного поступления.

Для решения этих проблем, безусловно, нужно широкое поле зрения — «телескопические линзы», которые охватывают весь спектр проблемы, а не его небольшие отдельные части. Системный подход — это методология управления системами, обеспечивающая такой широкий охват. Хочу предупредить читателя, который может обвинить меня в том, что я принимаю тенденциозную точку зрения «правых» или «левых», моя цель — отнестись с уважением ко взглядам всех заинтересованных сторон. При истинном системном подходе решения должны быть приемлемыми для всех систем и для всех людей не вне зависимости от их политической, региональной, географической или какой-либо другой принадлежности, а, напротив, благодаря тому, что общесистемное решение учитывает все эти особенности. «Системные проблемы» требуют и «системных решений», а это на языке данной книги означает, что мы должны стремиться найти такие решения проблем более крупных систем, которые не только удовлетворяют целям подсистем, но и обеспечивают сохранение глобальной системы.

Старые методы уже не пригодны для решения проблем, связанных с такими системами, необходимо перейти к новым концепциям и предпринять наступление по всему фронту. Мы полагаем, что начало этому уже положено введением и принятием *системного подхода*, который представляет собой образ мышления и методологию изменений:

Системный подход, по всей вероятности, является «единственным путем соединить в одно целое куски нашего разобщенного мира и достичь упорядоченности вместо хаоса» [1].

Что представляет собой система

Прежде всего следует уточнить, что мы понимаем под системой. На ум приходит несколько подходящих определений, остановимся на одном из них:

Система есть совокупность или множество связанных между собой элементов.

Элементы системы могут представлять собой *понятия*, в этом случае мы имеем дело с *понятийной системой*. Примером такой системы может служить язык как средство общения. Элементами системы могут являться *объекты*; так, в пишущей машинке объектами служат ее отдельные части. Элементами системы могут быть *субъекты*, например игроки в футбольной команде. Наконец, система может состоять из понятий, объектов и субъектов, как в системе человек — машина, включающей все три вида элементов. Таким образом, система — это совокупность живых или неживых элементов либо тех и других вместе. По ходу изложения будут введены новые термины. Пока же достаточно исходить из того, что системы состоят из других систем, которые мы называем подсистемами. В большинстве случаев можно оперировать большими или высокоорганизованными системами, которые включают в себя другие системы. Такие системы будем называть *общими системами* и *системами в целом*. Оперировать ими нелегко, так как мы не знаем, до какого предела осуществлять «декомпозицию» системы, т. е. разбивать ее на подсистемы, или до какого предела продолжать «построение», или «организацию», большой системы. Существуют также следующие определения системы:

«Система — это совокупность частей или компонентов, связанных между собой организационно». При выходе из системы «части системы продолжают испытывать на себе ее влияние и претерпевают изменения». «Совокупность частей *проявляет динамическое поведение*, а не остается инертной». «Данная конкретная совокупность рассматривается с особой точки зрения» [2]. И далее: «Под системой может пониматься естественное соединение составных частей, самостоятельно существующих в природе, а также нечто абстрактное, порожденное воображением человека. Такой подход к определению понятия системы заранее предполагает существование связей между ее элементами» [3].

Улучшение систем и проектирование систем

Многие проблемы, связанные с системами, возникают по той причине, что руководители, лица, занимающиеся планированием, аналитики, администраторы и др. не различают понятий *улучшение систем* и *проектирование систем*. Термин «улучшение» означает преобразование или изменение, которое приближает систему к стандартным, или нормальным, условиям

работы. Понятие улучшения системы предполагает, что система уже создана и порядок ее работы установлен. При этом не подразумевается, однако, что производимые изменения будут положительными, например, с точки зрения этических норм. Можно ведь «улучшить» и работу преступного синдиката, и работу школы. Вопрос о том, являются преобразования полезными или вредными для общества, безусловно, очень важен, но его мы рассмотрим ниже.

Процесс проектирования также включает преобразование и изменение, но настолько отличается от процесса улучшения систем, что возникает необходимость подчеркнуть различия между ними в целях, масштабе, методологии, этике и результатах. Проектирование — творческий процесс, который ставит под сомнение предпосылки, лежащие в основе старых форм. Оно требует совершенно новых взглядов и подхода, чтобы получить новые решения, способные избавить нас от «болезней» современного мира.

Методы, используемые для улучшения систем, базируются на научном методе, и их называют *научной парадигмой*. А методы, применяемые для проектирования систем, имеют основой общую теорию систем и известны как *системная парадигма* [4]. (Определения терминов «системная» и «научная парадигма» даны в словаре в конце книги.)

Улучшение систем

Улучшением систем называют процесс, обеспечивающий работу системы или систем согласно ожиданиям; как отмечалось выше, это понятие подразумевает, что проект системы определен и установлен. Улучшение системы означает выявление причин отклонений от заданных норм работы системы или возможностей по улучшению работы системы, т. е. получение результатов, которые наиболее бы соответствовали целям проекта; сам проект под сомнение не ставится. Укажем основные проблемы, которые следует разрешить в процессе улучшения:

1. Система не соответствует поставленным целям.
2. Система не обеспечивает прогнозирование результатов.
3. Система не работает так, как первоначально предполагалось.

Для решения этих проблем и улучшения работы систем обычно прибегают к определенной процедуре, которую можно проиллюстрировать примерами. Мы удивляемся, если автомобиль не набирает скорость должным образом, так как очень хорошо представляем себе, каким должно быть нормальное ускорение. Мы ищем причины, вызвавшие различие между дей-

ствительным и ожидаемым результатами. Автомобиль не соответствует спецификациям или целям, он не обеспечивает нужных результатов и не работает так, как предполагали его изготовители. Подобным же образом можно рассуждать, если окажется, что ребенок потерял аппетит. Мы сразу начинаем искать объяснение такому непредвиденному поведению.

Улучшение работы системы, будь то автомобиль или ребенок, включает установление причин неожиданных отклонений. При этом предполагается существование плана, спецификаций, стандарта или норм, которые определяют, как должна работать система, и с которыми мы можем сравнивать реальные характеристики системы.

Обычно, когда стоит проблема улучшить систему, мы прежде всего *определяем задачу*, т. е. выполняем шаг, ограничивающий сферу нашего исследования. Мы точно описываем характер системы и *устанавливаем составляющие ее подсистемы*. Для автомобиля процедура состоит в том, чтобы определить причину происшедшего отклонения: возможно, засорился карбюратор, а может быть, бензин имеет меньшее октановое число. Здесь нужно исследовать две подсистемы — механическую подсистему (карбюратор и вспомогательное оборудование) и топливную подсистему (бензин, его компоненты и добавки). В случае с ребенком отсутствие аппетита можно, исходя из опыта, объяснить двумя причинами: тем, что ребенок что-нибудь ест в интервалы между приемами пищи (система пищеварения ребенка является подсистемой), или возможной болезнью (система кровообращения ребенка — еще одна исследуемая подсистема).

Определив задачу и установив систему и составляющие ее подсистемы, мы путем *анализа* ищем элементы и их связи, которые могут дать ответы на наши вопросы.

Исходя из известных фактов, с помощью дедуктивного метода можно сделать некоторые предварительные выводы. Что касается ситуации с автомобилем, то здесь мы можем исключить карбюратор, так как осмотр этой подсистемы показал, что двигатель недавно отрегулирован. Таким образом, мы переходим к топливной подсистеме и проверяем, какой бензин был куплен в последний раз. В случае с ребенком мы выясняем его привычки в еде, чтобы проверить предположение, что у него нет аппетита из-за того, что он что-нибудь ест в интервалы между приемами пищи. Если мы установим, что ребенок со времени завтрака ничего не ел, то от этой гипотезы нужно отказаться. Затем следует измерить ему температуру и, возможно, сделать вывод, что он болен.

Процесс улучшения систем характеризуется следующими шагами:

1. Определяется задача и устанавливаются система и составляющие ее подсистемы.

2. Путем наблюдения определяются реальные состояния, условия работы или поведение систем.

3. Реальные и ожидаемые условия работы систем сравниваются, чтобы определить степень отклонения.

4. В рамках подсистем строятся гипотезы относительно причин этого отклонения.

5. Из известных фактов методом дедукции делаются выводы, большая проблема разбивается на подпроблемы путем рекурсии.

Вышеперечисленные шаги являются результатом применения аналитического метода или аналитического подхода. Эти шаги основаны на давно существующей традиции научного исследования, особенно в области физических наук. Важно подчеркнуть, что улучшение систем в этом случае осуществляется путем *интроспекции*, т. е. мы идем внутрь от системы к ее элементам и исходим из того, что решение проблем лежит в границах самой системы.

Улучшение систем связано с проблемами, относящимися к работе систем, и имеет исходной посылкой тот факт, что все отклонения вызваны дефектами в *элементах* систем, и их можно объяснить *специфическими причинами*. *Функция, назначение, структура и взаимодействие* с другими системами при этом под сомнение не ставятся. Как метод улучшения систем предоставляет довольно ограниченные возможности. При таком подходе предпочтительными решениями проблем в сложных системах являются решения, «лежащие на поверхности». Под этим мы понимаем, что новаторский и творческий подход подменяется решениями, предусматривающими лишь небольшие изменения в существующем положении, чтобы не «раскатать лодку».

Разнообразные приемы улучшения систем используются очень широко, однако им присущи многие недостатки. И с этим нельзя не считаться. Мы все в том или ином случае стремимся прибегнуть к такому пути решения проблем, и это вполне естественно, учитывая наше техническое образование и научный багаж. Однако теперь стало ясно, что улучшения в системах, осуществляемые в результате применения такого подхода, имеют ряд ограничений.

Недостатки метода улучшения систем

Решение проблем, возникающих в системах, путем улучшения работы последних обречено на провал. Улучшение систем может оказаться успешным лишь в ограниченных небольших

системах, которые практически не зависят от других систем, что встречается не часто. Неэффективность метода улучшения систем можно объяснить следующими причинами.

Поиски причин отклонений в границах самой системы

Когда в работе системы происходит какое-нибудь отклонение, естественно прежде всего искать причины в самой системе, т. е. считать, что оно произошло из-за отклонения от рабочих норм одной из подсистем. Метод улучшения систем основывается на аналитическом подходе (или научной парадигме), т. е. причины отклонений ищут в границах самой системы. В случае с ребенком, потерявшим аппетит, мы прежде всего исследуем причины внутри системы, считая, что ребенок или переел, или имеет место инфекция. И если аппетит быстро не восстанавливается, мы начинаем искать причину *вне* системы, т. е. рассматривать в этой связи другие системы.

Метод улучшения систем основан на том, что системы существуют как бы сами по себе. Он не учитывает того, что каждая система должна удовлетворять требованиям больших систем, в которые она сама включена. Примером может служить система образования, в которой администраторы занимаются решением только внутренних проблем. При улучшении систем долгосрочные цели подменяются сегодняшними целями, и сам смысл существования системы как бы отходит на задний план. Так, система образования должна удовлетворять потребностям всего общества в целом и всех выпускников обеспечивать работой. Если выпускники, закончив образование, не могут найти работу, отчасти это вина системы образования. Но причины такого отклонения следует искать не только внутри самой системы, т. е. в недостатках ее структуры или работы. Работу системы можно оценить и улучшить за счет планирования ее выхода с учетом требований других систем.

Приведение системы к стандарту

Улучшение систем основано на установлении отклонений реальной работы системы от того, что обычно называют «нормой» или «стандартом». После того как отклонения определены, необходимо установить и устранить их причину. Именно так подходят к решению многих проблем, возникающих в системах. Примером может служить система оказания помощи нуждающимся, которая часто подвергается нападкам. Широкое исследование положения дел показывает, что попытки решить внутренние проблемы системы в том виде, в каком она сейчас

существует, не обеспечивают длительного улучшения. В лучшем случае наши усилия временно сокращают очереди за пособием и одновременно сокращают доходы многих нуждающихся. Проведение еще одного исследования для определения того, сколько человек получают пособие «путем обмана» (т. е. установление отклонения реальной работы системы от принятых правил и норм), также ничего не дает. Подобные *улучшения работы системы не являются длительными*. Требуется полная перестройка системы обеспечения помощи нуждающимся, а не разрозненные частичные ее изменения. Необходим полный пересмотр более широкой социальной системы, в которую входит данная система, и ее новое проектирование.

Неверные и устаревшие предпосылки и цели

Нелегко найти организацию, для которой были бы четко сформулированы все предпосылки и цели. Если нет стандартов, то лица, принимающие решения, не могут выбрать правильное направление и определить эффективность своей политики.

Во многих случаях улучшение систем вызывается неверно установленными причинами, и в результате создается положение, которое оказывается хуже, чем было до улучшения. Часто все начинается с ошибочных предпосылок и целей. Примером может служить попытка решить проблему перегруженности дорог путем строительства новых полос движения, чтобы увеличить пропускную способность. От этого синдрома не застрахован ни один город. Когда образуются «узкие места», поступает распоряжение подсчитать плотность движения, затем принимается решение расширить улицу или шоссе с тем, чтобы увеличить пропускную способность трассы. Совершенно очевидно, что создание новых полос движения является улучшением системы в полном смысле этого слова. Однако такое улучшение будет краткосрочным, так как оно основано на неправильных предпосылках и целях. На какое-то время дополнительные полосы разгрузят дорогу. Однако новые полосы заполняют новые автомобили, что в свою очередь потребует еще больше бетона для расширения улиц и строительства новых дорог, т. е. создается порочный круг. Такое улучшение базируется на предпосылках, которые очень трудно изменить. Необходимость строительства новых дорог вызвана тем, что дорог не хватает, а люди стремятся добраться до пункта назначения как можно скорее и самым коротким путем. К тому времени, когда будет практически завершено создание системы дорог между штатами и когда мы поймем, что большее число дорог и более широкие трассы не уменьшают интенсивности движения, эти предпо-

сылки уже не будут выдвигаться. Кроме того, люди выражают желание сохранить ландшафт и готовы отдать большую сумму за дорогу, которая его не портит. Настаивать на таком «улучшении» системы автомобильных дорог — это значит не учитывать тот факт, что первоначальные предпосылки, на которых была основана вся система, изменились. Улучшение устаревших концепций не может привести к оптимальной системе. Вместо того чтобы пытаться улучшить систему дорог, мы должны искать альтернативу в масштабе более широкой системы, т. е. в масштабе всей транспортной сети.

«Планировщик-лидер» или «планировщик-ведомый»?

Еще одним проявлением проблемы, связанной с неправильными предпосылками и целями, являются различные взгляды на планирование и роль лица, осуществляющего планирование. Так, распространено мнение, что планирование социальных потребностей основано на безоговорочном принятии существующих тенденций, последние лишь экстраполируются, чтобы определить структуру создаваемой системы. В этом случае планирование основано на предпосылке, что силы, формирующие эти тенденции, необратимы и неизменны. Такое планирование называют «планированием удовлетворения существующих тенденций». Оно позволяет силам, влияющим на события, определять потребности. Существует и другой подход, который известен как «планирование, влияющее на существующие тенденции», когда лицо, осуществляющее планирование, стремится установить нежелательное воздействие существующих тенденций и предлагает такие решения, которые помогут избежать этого. При таком планировании необходимо предусмотреть отрицательное воздействие возможных решений, прежде чем принимать их, и обеспечить заинтересованность, которая позволит избежать нежелательных результатов.

Нет сомнения, что роль лица, осуществляющего планирование, в этих двух случаях будет различной. В первом случае планировщик играет роль *ведомого*, а во втором — он является *лидером*. Планировщик-лидер знает, какое воздействие окажет система, и не стремится приспособливаться к обстоятельствам. В этом случае он выполняет свою задачу, т. е. способствует упорядоченному развитию системы, оказывая влияние на действующие силы, а не пуская все на самотек.

В наше время, когда люди часто приезжают в центр большого города на своих автомобилях, органы власти, стремясь удовлетворить потребности населения, строят дополнительные дороги, мосты и места для стоянок. Планировщики не хотят оказывать какого-либо влияния на сложившиеся обычаи и

установившиеся тенденции. Они считают привычки людей священными. Приведем еще один пример. Опросы в аэропортах показали, что от 15 до 50% всех людей, побывавших там в течение суток, провожают или встречают своих родственников или друзей. Остальную часть присутствующих в аэропортах лиц составляют пассажиры и служащие, которые, вообще говоря, находятся там по праву. Такое большое различие в процентном соотношении провожающих и встречающих в разных аэропортах, вероятно, объясняется тем, что до одних аэропортов легче добираться, чем до других. Можно сделать вывод, что примерно одна треть поездок в аэропорт приходится на провожающих и встречающих и две трети — на пассажиров и служащих аэропортов [5]. Хотя это соотношение может быть различным для разных городов и аэропортов, местным властям следует установить его, прежде чем планировать строительство дополнительных дорог к аэропортам в связи с ростом интенсивности автомобильного движения. Обычно планировщики городов, шоссе и аэропортов следуют существующим тенденциям и никогда не задают вопроса, стоит ли продолжать ненужные поездки. Они расширяют аэропорты и шоссе, выделяют фонды и ресурсы, одинаково обслуживая и пассажиров, и непассажиров. Но ведь это совершенно бессмысленно. При большом числе встречающих и провожающих планировщики должны предусмотреть другие подходящие возможности людям встречать или провожать своих друзей и тем самым ликвидировать пробки на шоссе. Это позволит избежать необходимости строить дополнительные полосы, чтобы обеспечить явно ненужные поездки.

Мы никогда не делали попыток изменить тенденции или повлиять на потребности. Мы действовали во имя индивидуальной свободы, так называемого права человека делать то, что он хочет. Но настал момент, когда уже нельзя разрешать человеку так поступать. В приведенном выше случае нам просто не хватит бетона для строительства дорог, если мы позволим всем встречающим и провожающим ездить в аэропорты. Необходимо ввести некоторые ограничения на ненужные поездки и оказывать влияние на характер и состав дорожного движения. В действительности свобода и права личности страдают больше, если планировщик не предпримет никаких мер против вредного влияния современных тенденций и не изменит своего мнения относительно непогрешимости общепринятых предпосылок [6]. Это требование обуславливается ограниченностью природных и созданных человеком ресурсов. Проектирование систем предусматривает, что *планировщик должен быть лидером, а не ведомым*. Более подробно этот вопрос обсуждается в гл. 4 и 19.

Законодательные и территориальные барьеры

При улучшении систем нельзя преодолеть законодательные и территориальные барьеры, которые могут существовать между разными системами, препятствуя принятию согласованных решений по имеющимся проблемам. Можно привести много примеров такого положения дел. Так, при обеспечении водой районов штата, в которых испытывается ее нехватка, необходимо рассматривать проблему водоснабжения на региональном, общегосударственном и даже общеконтинентальном уровнях. Изучение возможных решений резко ограничивается законодательными и территориальными барьерами. Даже беглое изучение проблемы водоснабжения в различных районах Калифорнии показывает, что каждый город решает ее самостоятельно, принимая местные или региональные решения, не учитывающие политики штата в этом вопросе [7].

Множество примеров говорит о том, что для достижения прогресса в решении таких проблем необходимо преодолеть традиционные барьеры. Ясно, что попытки улучшить качество жизни потребуют более серьезных мер, чем постановление местных властей, запрещающее сбрасывать мусор в реки или сжигать опавшие листья. Мероприятия по охране окружающей среды нельзя проводить в рамках существующих законодательных и территориальных границ. Использование сверхзвуковых лайнеров привело к тому, что аэропорты не могут справиться с возросшим числом пассажиров, жители многих районов жалуются на угрожающие уровни шума, а атмосфера загрязняется выбросами самолетов. Такие проблемы выходят за границы традиционной юрисдикции и должны решаться в рамках большой системы, которая включает все остальные системы, т. е. в рамках *системы в целом*.

Пренебрежение побочными эффектами

При улучшении систем, как правило, не учитываются побочные эффекты изменения систем — нежелательные воздействия, оказываемые на другие системы. Для решения проблемы охраны окружающей среды, о которой уже шла речь, необходимо создание компетентного органа, обладающего достаточными полномочиями, чтобы защищать общие интересы. Этот орган должен выдвигать справедливые и разумные требования, распространяющиеся на всех. Требование использовать на автомобилях устройство, снижающее токсичность выхлопных газов, будет эффективным лишь в том случае, если оно реализовано на уровне большой системы, включающей не только население, но и промышленность, правительство и вооруженные силы.

Улучшение замкнутых систем может оказать влияние на другие системы. В качестве примера можно рассмотреть заслуживающие похвалы меры по улучшению здоровья населения, направленные на увеличение продолжительности жизни. Так, меры по улучшению здоровья представляются полезными, если говорить о физическом благополучии пожилых людей. Попытаемся более широко рассмотреть эту проблему, учитывая не только физическое, но и психическое состояние этих лиц. Бессмысленно продлевать жизнь (улучшение системы) старикам, если у них нет денег или возможностей получить удовлетворение от жизни. Продление жизни путем улучшения медицинского обслуживания — типичный пример улучшения замкнутой системы без учета проблем больших систем. Другие примеры побочных эффектов приводятся в гл. 7 «Этические аспекты проектирования систем» и в гл. 10 «Социальные показатели и качество жизни».

Важно выработать «чувствительность» к вредным эффектам, возникающим, как будет показано в следующих главах, когда ограничиваются узкоместническими целями, не согласующимися с более широкими целями организации в целом. Примерно такая же проблема возникает, когда администрация предприятия осуществляет оптимизацию своих *частных* затрат без учета *социальных* затрат, т. е. не учитывает «*внешних* издержек производства, неразрывно связанных с внутренними издержками» [8].

Улучшение систем как метод исследования

По перечисленным выше причинам улучшение систем не является подходящим методом исследования для решения проблем, возникающих в сложных системах. Улучшение систем давно используется под самыми различными названиями во всех сферах жизни. Поборники упрощения, эффективности и снижения стоимости продолжают рекламировать под различными вывесками проекты улучшения систем городам, правительствам, школам, библиотекам и даже бизнесменам и промышленникам.

Дальше в этой книге мы будем приводить доводы в пользу принятия *системного подхода*, который в виде определенной совокупности методов также можно назвать *прикладной общей теорией систем*. Каждый ученый считает свое решение новым. Автор данной книги, естественно, тоже склонен к этому, и ему легко оправдать свою позицию. В то время как многие методологические проблемы этого нового подхода остаются нерешенными, появление настоящей книги должно способствовать его дальнейшему развитию. Она должна привлечь других исследо-

вателей к дальнейшей разработке системного подхода, чтобы сделать его более жизнеспособным и более приемлемым.

Проектирование систем. Системный подход

Проектирование систем отличается от улучшения систем исходными посылками и используемыми методами (см. табл. 1.1).

Таблица 1.1

Сравнение двух методологий изменений: улучшения систем и проектирования систем

	Улучшение систем	Проектирование систем
Условия работы системы	Проект принят	Проект под вопросом
Объекты исследования	Субстанция Содержание Причины	Структура и процесс Метод
Парадигма	Анализ системы и подсистем (аналитический метод, или научная парадигма)	Цель и функция Проектирование системы в целом (системный подход, или системная парадигма)
Метод рассуждений	Дедукция и редукция	Индукция и синтез
Выход	Улучшение существующей системы	Оптимизация системы в целом
Методика	Определение причин отклонений реальной работы системы от запланированной (прямые издержки)	Определение различий между реальным и оптимальным проектом (вмененные издержки)
Основной акцент	Объяснение прежних отклонений	Прогнозирование будущих результатов
Подход	Интроспективный: от системы внутрь	Экстропспективный: от системы наружу
Роль планировщика	Ведомый: следует существующим тенденциям	Лидер: оказывает влияние на тенденции

При улучшении систем возникающие вопросы связаны с обеспечением нормальной работы уже существующих систем. В то же время системный подход является в своей основе методологией проектирования систем, поэтому при его использовании ставится под сомнение сам характер данной системы и ее роль в рамках более широкой системы. Первый вопрос, который возникает при системном подходе,— это цель существования системы. Необходимо установить отношения между данной системой и всеми другими системами, в которые она

входит или с которыми она связана. Системный подход в данном случае называют *экстроспективным*, так как анализ направлен от истемы к ее окружению (*наружу*) в отличие от метода улучшения систем, который является *интроспективным* — рассмотрение направлено *внутрь* системы. Мы уже говорили, что улучшение систем основано на аналитическом методе, когда условия работы данной системы и соответствующих элементов изучаются методами *дедукции* и *редукции*, чтобы определить причину отклонений от нормы. При системном подходе идут от частного к общему, а проект наилучшей системы определяется методами *индукции* и *синтеза*.

Проектирование системы в целом означает создание оптимальной конфигурации (структуры) системы. Сейчас мы не будем объяснять, каким образом можно достичь оптимума. Достаточно сравнить ограниченные возможности метода улучшения систем с неограниченными возможностями системного подхода.

Системный подход — это принцип исследования, при котором рассматривается *система в целом*, а не ее отдельные подсистемы. Его задачей является оптимизация системы в целом, а не улучшение эффективности входящих в нее подсистем. При улучшении системы ищут причины отклонений в рамках этой системы, не считая необходимым расширить эти рамки. Когда ставится цель привести систему к норме, первоначальные предпосылки и цели, лежащие в основе проекта этой системы, под сомнение не ставятся, хотя они могут быть неверными и устаревшими. При системном подходе ситуация обратная, здесь планировщик выступает в роли лидера, а не ведомого. Он пересматривает проект и конфигурацию системы, пытаясь устранить законодательные и территориальные барьеры, чтобы предотвратить действие побочных эффектов.

В противоположность методологии изменений, которую мы называем улучшением систем, системный подход является методологией проектирования, основывающейся на следующих положениях.

1. Проблема определяется с учетом взаимосвязи с *большими (супер)системами*, в которые входит рассматриваемая система и с которыми она связана общностью целей.

2. Цели системы обычно определяются не в рамках подсистем, а их следует рассматривать в связи с более крупными системами или системой в целом.

3. Существующие проекты следует оценивать величиной вмененных издержек или степенью отклонения системы от оптимального проекта.

4. Оптимальный проект обычно нельзя получить путем внесения небольших изменений в существующие принятые формы.

Он основывается на планировании, оценке и принятии таких решений, которые предполагают новые и положительные изменения для системы в целом.

5. Системный подход и системная парадигма основаны на таких методах рассуждений, как индукция и синтез, которые отличаются от методов дедукции, анализа и редукции, используемых при улучшении систем.

6. Планирование представляет собой процесс, в котором планировщик берет на себя роль лидера, а не ведомого. Планировщик должен предлагать решения, которые смягчают или даже устраняют, а не усиливают нежелательные воздействия и тенденции предыдущих проектов систем.

Чтобы пользоваться этими положениями, следует определить ряд понятий.

Понятия, характеризующие системы

Элементы

Элементы являются составными частями каждой системы. Они могут в свою очередь представлять собой системы, т. е. быть подсистемами. Элементы систем могут быть неживыми или живыми. Большинство систем, с которыми мы имеем дело, включают и те, и другие элементы. Элементы, поступающие в систему, называются *входными*, элементы, выходящие из нее, называются *выходными*.

Процесс преобразования

В организованных системах постоянно идет процесс преобразования, в ходе которого элементы изменяют свое состояние. В процессе преобразования входные элементы трансформируются в выходные. В организованной системе ценность и полезность входных элементов при этом увеличиваются. Если же в процессе преобразования ценность и полезность элементов уменьшаются, то затраты в системе увеличиваются, а ее эффективность уменьшается.

Входные элементы (входы) и ресурсы

Различие между входными элементами и ресурсами очень незначительно и зависит лишь от точки зрения и условий. В процессе преобразования входные элементы — это те элементы, которые потребляют ресурсы. Например, студенты, входящие в систему образования, являются *входными элементами*, в то время как преподаватели — это один из ресурсов,

используемых в процессе преобразования. В рамках большой системы студенты, получившие образование, преобразовываются в *ресурсы*, когда они становятся активными элементами общества. Вообще личный состав (преподаватели, обслуживающий и административный персонал), капитал (который обеспечивает землю, оборудование, помещение и снабжение), талант, квалификацию и информацию можно попеременно рассматривать как входные элементы или как ресурсы, используемые в системе образования. Определяя входные элементы и ресурсы систем, важно указать, контролируются ли они проектировщиком системы, т. е. следует их рассматривать как часть системы или как часть окружающей их среды (см. раздел ниже). При оценке эффективности системы входные элементы и ресурсы обычно относят к затратам.

Выходные элементы (выходы)

Выходные элементы представляют собой результат процесса преобразования в системе и рассматриваются как *результаты*, *выходы* или *прибыль*.

На рис. 1.1 представлена схема системы и ее окружения.

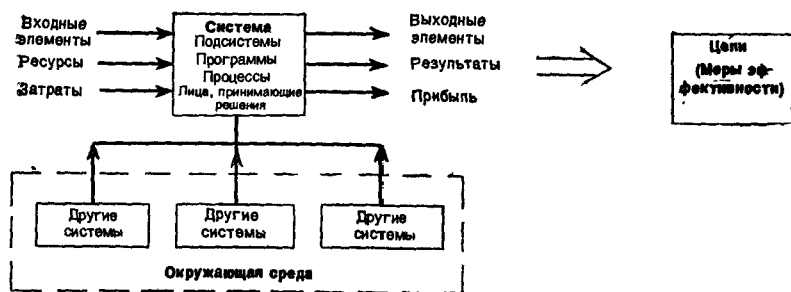


Рис. 1.1. Система, ее входы-выходы и окружающая среда.

На ней показаны входные элементы, ресурсы и затраты, входящие в систему, и выходные элементы, результаты и прибыль, выходящие из нее.

Окружающая среда

Ниже мы подробно обсудим вопрос о том, как устанавливать границы системы и ее окружения. Здесь же достаточно сказать, что установление границ совершенно необходимо, когда мы изучаем открытые системы — системы, взаимодействующие с другими системами. Устанавливая границы, мы определяем, какие системы можно считать находящимися под кон-

тролем лица, принимающего решение, и какие остаются вне его влияния. Однако, как бы ни устанавливались границы системы, нельзя игнорировать ее взаимодействие с окружающей средой, ибо в этом случае принятые решения могут оказаться бессмысленными.

Назначение и функция

Неживые системы не имеют явного назначения. Они получают специфическое *назначение*, или наделяются *функцией*, когда вступают во взаимоотношения с другими подсистемами в рамках большой системы. Таким образом, связи подсистем между собой и с системой в целом очень важны при изучении систем. Вопросы, связанные с проблемами причинности и завершенности, здесь рассматриваться не будут, мы уделим им внимание в следующей главе.

Признаки

Системы, подсистемы и их элементы обладают *признаками* (*свойствами* или *характеристиками*). Признаки могут быть «количественными» или «качественными». В зависимости от такого деления определяется и подход к их измерению. «Качественные» признаки труднее определять и измерять, чем «количественные». Термин «признаки» иногда используют как синоним термина «мера эффективности», хотя признак и его меру следует различать. Проблемы, имеющие отношение к теории измерений, будут рассматриваться в гл. 8—10.

Задачи и цели

При проектировании систем первостепенное значение имеет определение их *задач* и *целей*. По мере того как мы отходим от абстрактных рассуждений, установление назначения системы становится более четким и рабочим. Мера эффективности показывает, в какой степени достигаются цели системы, и дает представление о количественной величине проявления признаков систем.

Компоненты, программы, задания

В целенаправленных системах процесс преобразования организуется с привлечением *компонентов*, *программ* или *заданий*, которые состоят из совместимых элементов, объединенных для достижения определенной цели. В большинстве случаев границы компонентов не совпадают с границами организационной

структуры, и это очень важный момент при системном подходе.

Принятие решений

Действия и решения, которые имеют место в системе, являются прерогативой руководителей и других лиц, принимающих решение. Их обязанность — направлять систему на достижение поставленных целей. Нас в основном интересует изучение организаций и организованных систем, являющихся целенаправленными, т. е. систем, имеющих определенное назначение или функцию и ориентированных на получение одного или нескольких доступных наблюдением и измерениям результатов.

Структура

Понятие *структуры* связано с упорядоченностью отношений, которые связывают элементы системы. Структура может быть простой или сложной в зависимости от числа и типа взаимосвязей между частями системы. В сложных системах должна существовать иерархия, т. е. упорядочение уровней подсистем, частей и элементов. От типа и упорядоченности взаимоотношений между компонентами системы в значительной степени зависят функции систем и эффективность их выполнения.

Состояния и потоки

Принято делать различие между состояниями и потоками в системах. *Состояние* системы характеризуется значениями признаков системы в данный момент времени. Переходы части элементов системы из одного состояния в другое вызывают *потоки*, определяемые как скорость изменения значений признаков системы. *Поведением* системы считается изменение состояний системы во времени.

Системный подход с точки зрения управления

При использовании системного подхода особого внимания заслуживают четыре важные проблемы:

1. Определение границ системы в целом и границ окружающей ее среды, или окружения.
2. Установление целей системы.
3. Определение структуры программы и построение матрицы программы — элементы.
4. Описание управления системами [9].

Определение границ системы в целом и границ окружающей ее среды

Окружающая среда по ранее данному определению включает все системы, которые не контролируются лицом, принимающим решение. Границы, отделяющие систему от ее окружения, не совпадают с установленными организационными границами. Рассматриваемая система не завершается совокупностью всех элементов организации. Система в целом включает все системы, которые, как полагают, будут влиять на рассматриваемую проблему или будут подвергаться ее влиянию, независимо от того, к какой организации они формально относятся. Методом исключения мы относим к окружающей среде все системы, не входящие в систему в целом.

Из следующих примеров станет ясно, что подразумевается под этими понятиями.

1. Мы уже рассматривали проблему, стоящую перед федеральными властями и властями штатов, отвечающими за планирование и строительство шоссе. Строительство дорог само по себе не решает даже ограниченной задачи: быстро и безопасно доставлять людей из одного места в другое. По мере того как для ликвидации «узких мест» строятся новые шоссе, по ним движется все большее число автомобилей, и в результате создаются новые «узкие места». Ясно, что строительство дополнительных полос движения не решает транспортной проблемы.

А что такое транспортная проблема? Состоит ли она в том, чтобы жители пригородов вовремя приезжали на работу в город и возвращались домой без всяких затруднений? Следует ли принимать в расчет автомобилиста, предпочитающего ехать не по прямой дороге, а по дороге, петляющей по живописной местности? Надо ли учитывать семьи, живущие в пригородах, в которых каждый член семьи имеет в своем распоряжении автомобиль? Или проблема заключается в том, чтобы обеспечить интересы городских жителей, которые хотят иметь поблизости зону отдыха с чистым воздухом? Состоит ли она в том, чтобы организовать доставку скоропортящихся грузов и других товаров с фермы на рынок, с завода на склад, продать их и удовлетворить потребности покупателей? Следует ли учитывать при строительстве шоссе проблемы городского планирования, которые возникают, когда улицы города заливают бетоном, соседние районы оказываются отрезанными друг от друга, шум усиливается, людей снимают с насиженных мест и даже меняется облик города? Является ли транспортная проблема эстетической проблемой, в которую включены элементы красоты? Учитывает ли она качество жизни тех

людей, в чьих интересах она решается, и тех людей, на чью жизнь это решение повлияет? Транспортная проблема включает все эти факторы и многие другие. В нее, безусловно, входят такие действующие силы, как дорожные власти, жители пригородов, которые ездят на работу в город, жители городов, промышленники, водители грузовиков, потребители, фермеры, переселяемые жители.

Этот список можно продолжать до бесконечности, так как строительство шоссе прямо или косвенно оказывает влияние на образ жизни каждого. До сравнительно недавнего времени мы строили дороги, считая это единственным возможным средством решения транспортной проблемы и полагая, что такой образ действий отвечает потребностям и желаниям всех заинтересованных сторон. Однако теперь мы уже не уверены, что используемые нами предпосылки являются правильными. Мы поняли, что необходимо пересмотреть процесс принятия решений в области транспорта, т. е. система в целом должна быть расширена и включать в себя другие системы. Границы между системой в целом и окружением должны быть «раздвинуты», чтобы принимать более масштабные решения. Решение транспортной проблемы может даже затронуть традиционное стремление американцев жить в собственном, а не в многоквартирном доме. Ведь эта традиция приводит к разрастанию пригородов, губительно влияет на центральную часть города и усложняет транспортную проблему. Где же провести границу? Когда мы можем считать, что система в целом определена?

Читатель будет разочарован, узнав, что у нас нет однозначного ответа на этот вопрос, так как все зависит от рассматриваемой проблемы. Мы хотим особо подчеркнуть, что к настоящему времени мы еще не исследовали достаточного количества систем. Метод улучшения систем, связанный с *интроспективным* рассмотрением проблемы, исходит из того, что строительство дорог является заботой тех, кто за них отвечает. На самом же деле строительство шоссе — это транспортная проблема, для решения которой требуется применение системного подхода. Совершенно необходим *экстроспективный* взгляд на системы — охват их ближайшего окружения и рассмотрение в рамках системы в целом. Читатель, вероятно, уже догадался, что проблема состоит в том, чтобы привести к согласию тех, кто принимает во внимание недостаточное количество систем и искажает реальную действительность (упрощение), и тех, кто рассматривает слишком много систем и не может прийти к решению (усложнение). Выбор между простотой и сложностью является очень важным при системном подходе. Подробнее этот вопрос будет обсуждаться в гл. 13 и 14. Следую-

щие два примера помогут понять проблему установления границ системы в целом.

2. Решения проблем, которые возникают перед администрацией фирмы, зависят от того, как определяются границы системы. Каждая проблема требует установления различных границ. Например, как определить систему, когда рассматриваются затруднения со сбытом продукции? Система может включать или одну данную фирму, или все аналогичные фирмы, или всю экономику. Безусловно, на сбыт продукции данной фирмы влияет состояние дел других фирм, а также состояние всей экономики. Поэтому администрация должна расширить рамки своих исследований и учесть факторы, имеющие место в других системах. Обсуждая вопрос об увеличении дивидендов, администрация должна не только учесть уровень доходов фирмы и ее финансовое положение, но и изучить, какое влияние окажут эти факторы на стоимость акций компании, возможности продажи ценных бумаг и получения займов и т. д. Увеличение дивидендов обеспечит выгоду держателям акций за счет других компонентов системы (фирмы), таких, как служащие, поставщики или потребители. Выгода для одной группы лиц может означать ущерб для другой. Каждый участник системы оценивает работу фирмы по различным критериям. Для держателя акций таким критерием является стоимость ценных бумаг, а для служащих критериями являются уровень зарплаты и гарантия рабочего места. Поставщик считает критерием своевременность оплаты поставок, а потребитель учитывает качество продукта фирмы. Безусловно, одно и то же решение не может быть выгодно для всех. То, что удовлетворит держателя акций, не обязательно пойдет на пользу служащему. Улучшение качества товара удовлетворит потребителя, но повысит себестоимость изделия, что в свою очередь повлияет на прибыль, если не удастся изменить цену. Уменьшение прибыли влияет на стоимость акций и может повредить интересам их держателей. Обязанность за согласование всех требований, предъявляемых к системе, возложена на администрацию [10].

3. В качестве еще одного примера того, как определение границ системы влияет на принятие решений, можно привести школу. В зависимости от рассматриваемой проблемы директор школы по-разному определяет границы системы. Если речь идет о поведении одного ученика, директор может ограничиться рамками школы. Однако поведение ребенка может быть результатом факторов, действующих на ребенка дома, в семье или со стороны соседей; в этом случае директор должен рассматривать не только систему «школа», но и другие системы, имеющие отношение к ребенку [11]. Когда директор планирует бюджет школы, он устанавливает совершенно другие границы

системы. Как и администрация фирмы, директор должен совместить и удовлетворить требования, предъявляемые всеми участниками системы. Имея определенный бюджет, он не может увеличить жалование учителям, так как в этом случае он будет вынужден уменьшить жалование другим сотрудникам или затраты на другие цели. Директор должен выработать рациональную формулу удовлетворения требований всех участников системы (табл. 1.2). Его усилия направлены на дости-

Таблица 1.2

Критерии оценки работы системы ее различными участниками¹⁾

Участники системы	Критерии
Учителя	Компенсация и условия, необходимые для обеспечения качества обучения
Обслуживающий персонал	Уровень заработной платы
Родители	Максимальное качество обучения при данных затратах
Учащиеся	В младших классах явно выраженного критерия нет, в старших классах — предпочтение того или иного предмета
Общество	Образование, соразмерное умеренным налогам; трудно выразить требуемое качество, образование, удовлетворяющее сразу нескольким целям
Государство	Образование, соразмерное выделяемым ресурсам и затратам; выделение ресурсов на другие цели влияет на ресурсы, предназначенные на образование; сумма, которую государство может выделить для этой цели
Высшие учебные заведения	Наилучшее качество обучения (высшие учебные заведения принимают выпускников школ); затраты на младшие классы их не интересуют, если они не влияют на затраты в старших классах

¹⁾ Приведенные здесь данные заимствованы (в сокращенном виде) из работы Tilles S [10]

жение наилучших результатов для всей системы. Объединение многочисленных факторов в один критерий, согласование целей системы и компромиссы, которые удовлетворяли бы как можно больше участников системы,— это сложные проблемы; им будут посвящены гл. 6 и 16.

Установление целей системы

Проблема установления границ системы в целом и окружающей ее среды неразрывно связана с определением задач и целей системы и с выбором критериев эффективности.

1. При рассмотрении границ транспортной системы цели систем изменялись по мере того, как принимались во внимание все новые системы. Первоначально цель заключалась в том, чтобы наилучшим образом выбрать место для строительства шоссе. Затем появилась цель обеспечить быстрое и безопасное передвижение людей из пригородов на работу в город. Затем мы включили в систему отпускников и другие категории участников дорожного движения, и стало ясно, что транспортная проблема заключается не только в том, чтобы помочь людям удовлетворить свои потребности, преодолевая барьер расстояния. Эти потребности следует рассматривать в связи с выработавшимися у людей привычками, со сложившимися традициями, такими, как стремление людей, работающих в городе, жить в пригороде в отдельном доме. Следует отметить, что когда планировщики ставят цель обеспечить жителей пригородов, работающих в городе, шоссеиной дорогой, это приводит к разрастанию пригородов, поскольку при наличии шоссе расстояние между работой и домом как бы сокращается. Кроме того, возрастает интенсивность движения, увеличивается загрязнение окружающей среды.

Планировщики должны расширить границы системы и учитывать не только потребности в транспорте, но и традиции, рациональное использование земли, законы об охранных зонах, оплату ренты и т. д. Очевидно, уже поздно изменить положение, сложившееся в больших городах. Однако планировщики должны ставить такие цели и выдвигать такие проекты, которые изменили бы существующие тенденции и способствовали тому, чтобы разорвать порочный круг динамики урбанизации, описанной Форрестером [12].

2. Установление целей и границ систем также связано с различиями в критериях эффективности системы. Система образования может служить ярким примером этого, так как разные люди оценивают ее по-разному. Учителя, вспомогательный штат, администраторы, родители, налогоплательщики и сами учащиеся имеют различные взгляды на то, как финансировать образование, да и на качество образования (см. табл. 1.2).

Задача директора состоит в том, чтобы согласовать и учесть интересы всех сторон и сделать организацию жизнеспособной. Учителя относятся к своему делу как профессионалы и выступают за качество обучения независимо от затрат. Родители также ратуют за качество «при умеренной стоимости». Налогоплательщики не против качества, но оплачивают систему, и потому для них понятие качества определяется их платежеспособностью. Учащиеся являются главным звеном системы, поэтому с ними нужно постоянно консультироваться

по поводу программы и дисциплин, которые они изучают, особенно когда учатся в старших классах. Высшие учебные заведения также должны интересоваться подготовкой тех учащихся, которые будут продолжать образование после школы, т. е. они должны оказывать влияние на решения, принимаемые на школьном уровне. Ясно, что каждое решение директора школы влияет на другие системы. Одни решения оказывают влияние только на системы данного округа, действие других распространяется за его пределами.

Если рассматривать корпорацию, то здесь администрация должна стремиться удовлетворить противоречивые требования держателей акций, кредиторов, служащих, потребителей, поставщиков, правительства, профсоюзов, конкурентов, местного населения и общества в целом. (Полное описание таких требований можно найти в работе [13].)

Следует отметить, что из-за множества противоречивых целей и различных критериев оценки результатов и выходных элементов работа руководителя (лица, управляющего системой), является особенно сложной. Он должен установить подсистемы, которые могут выполнить программы, необходимые для достижения целей всей системы. Он обязан следить за тем, чтобы эти подсистемы, работая независимо, не отклонялись от того, что считается оптимальным на уровне всей системы. В то же время руководитель должен поощрять инициативу и нововведения со стороны участников системы при сохранении своего влияния и полном контроле ситуации [14].

Определение структуры программы и построение матрицы программы — элементы

После того как определены и сформулированы цели данной организации, действия, направленные на достижение таких целей или выполнение связанных с этим функций, можно организовать в программы. Структура программы — это представление отношений всех элементов системы в соответствии с теми функциями, которые они выполняют независимо от их территориальных, юридических и формально-организационных границ. Мы можем определить структуру программы как блок-схему, указывающую зависимости между различными формами деятельности организации в соответствии с их функциями и целями, для выполнения которых они предназначены. Структура программы также может быть обоснована в терминах возможных путей достижения некоторого множества целей, чтобы помочь лицу, принимающему решения, выбрать путь выполнения некоторой задачи. В моделях планирования программ и в моделях финансирования программ воплощается характер

формализации компонентов в формате структуры программы; делается это для облегчения оценки этих элементов в терминах достигнутых целей. Сравнение программ обеспечивает установление стандартов и критериев для выбора. Для достижения программой желаемых результатов необходимо использование моделей принятия решений, с помощью которых строят и оценивают отношения между входами, ресурсами и затратами, а также между выходами, результатами и прибылями.

Матрица программы — элементы соотносит органы, или элементы, с различными программами. Сгруппированные в соответствии с данной программой или данной функцией, они образуют то, что мы будем называть компонентом (элементом) системы.

Компоненты систем характеризуются двумя важными свойствами:

1) направлены на достижение одной и той же цели или решения одной и той же задачи;

2) для них не является обязательным удовлетворять традиционным или организационным границам.

В части II этой главы мы обсудим применение системного подхода к системе уголовного делопроизводства. Мы приведем список программ и матрицу, строки которой — программы, а столбцы — органы системы, выполняющие те или иные программы (см. табл. 1.3).

Описание управления системой

Термин *управление* является всеобъемлющим понятием, включающим все действия и всех лиц, принимающих решения, которые входят в процессы планирования, оценки, реализации проекта и контроля. Весьма затруднительно разделять роли проектировщика системы и того, кто ею управляет, так как решения, принимаемые одним из этих лиц, оказывают непосредственное влияние на деятельность другого. Принимая свои решения, планировщик влияет на будущую работу системы. В некотором смысле плановые и оперативные решения неразличимы, характерным признаком служит лишь порядок их следования. Создатель системы, или проектировщик, не может быть полностью отстранен как от этапа реализации, так и от этапа эксплуатации системы. В свою очередь руководитель, или лицо, управляющее работой системы, выполняет функции проектировщика, когда ему приходится устанавливать границы своей системы, определять ее цели, выделять ресурсы и принимать решения, которые меняют архитектуру системы и результаты ее работы. Очевидно, что и проектировщик, и руководитель должны работать в тесном контакте, имея перед

собой одни и те же цели и задачи. При этом их точки зрения могут различаться, так как конкретные задачи обычно относятся к разным исполнителям и разделены во времени и пространстве. Могут оказаться различными их частные подходы, методы и стили работы — это является естественным следствием исходного разграничения их ролей и обязанностей. При использовании системного подхода стремятся свести к минимуму эти различия, рассматривая проектировщика и руководителя как одно лицо, принимающее решение и стремящееся оптимизировать систему в целом. В гл. 15, посвященной проблемам реализации систем, мы еще раз остановимся на взаимосвязи и взаимоотношениях проектировщика и руководителя. В части II данной главы мы продемонстрируем применение системного подхода и его основных понятий к изучению системы уголовного делопроизводства.

II. Применение системного подхода к системе уголовного делопроизводства [15]

Взаимосвязанные системы

На рис. 1.2 в виде блок-схемы изображена система уголовного делопроизводства. Когда совершается правонарушение, будь это малозначительный проступок или тяжчайшее уголовное преступление, оно может остаться нераскрытым. В этом случае нарушитель не попадает в руки закона. В случае же, когда нарушитель арестован, ему может быть предъявлено обвинение, и он попадает на вход (или становится элементом входа) подсистемы судопроизводства. Выходом могут быть оправдание, приговор, выполняемый исправительными органами, или условное осуждение, когда подсудимого отпускают на поруки.

Из рис. 1.3 следует, что в случае, когда человек становится нарушителем закона, его можно рассматривать в качестве выходного элемента общества и в качестве входного элемента, или просто входа, системы уголовного делопроизводства. После прохождения всех этапов этой системы он возвращается в общество. На рисунке также представлены несколько взаимосвязанных систем, влияние которых определяет, кто и каким образом становится нарушителем закона. В данный момент мы не собираемся рассматривать различные теории, объясняющие причины возникновения преступлений и правонарушений. Достаточно сказать, что в формировании личности принимает участие много разнообразных систем и они могут оказать такое влияние на человека, что он становится на путь преступлений. Рассмотрим некоторые из них.

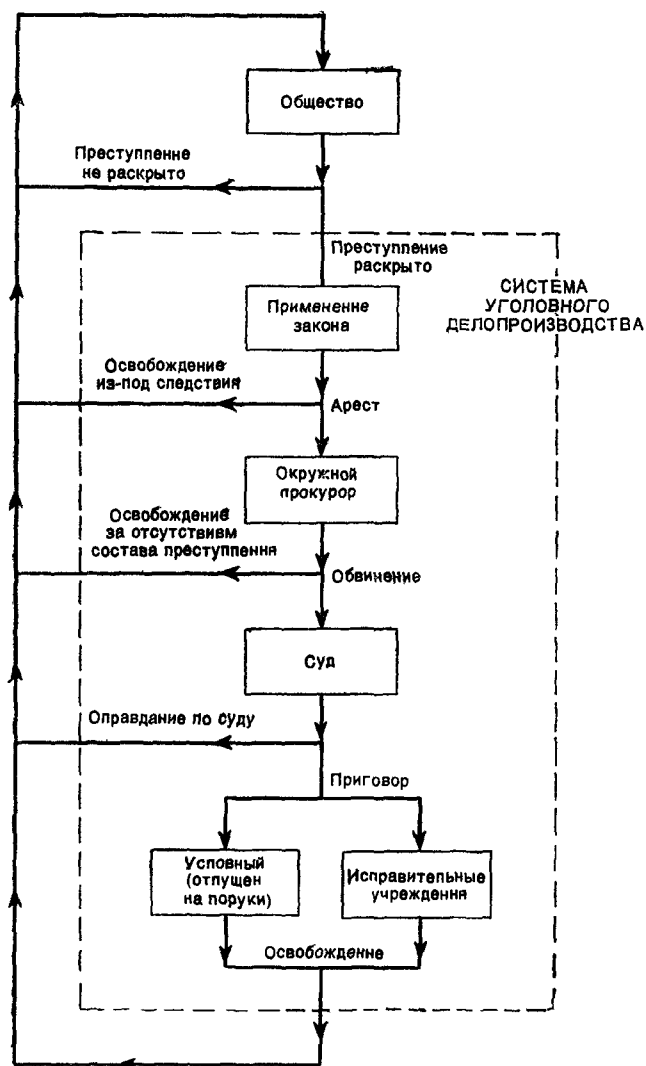


Рис. 1.2 Система уголовного делопроизводства.

1. Социальная система (общество). Обратимся к рис. 1.4. Каждый человек обладает определенными физическими и умственными данными и имеет какие-либо склонности, которые могут быть и наследственными. В течение своей жизни он общается с различными группами людей, например семьей, которые играют важную роль в его жизни. Влияние других систем, как мы покажем ниже, помогает объяснить, как и почему он стал нарушителем закона и противопоставил себя системе уголовного делопроизводства.

2. Экономическая система влияет на доходы, охрану здоровья, жилищные условия, работу, способ передвижения, отдых и другие стороны жизни личности.

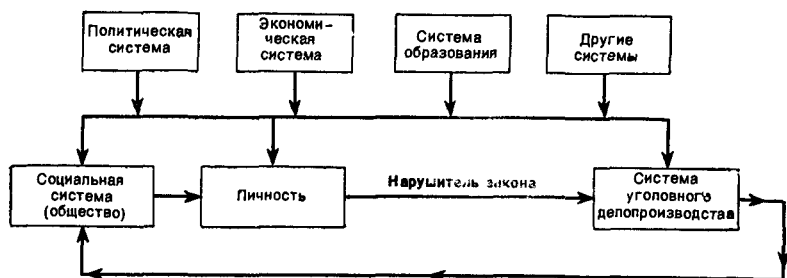


Рис. 1.3. Нарушитель закона, рассматриваемый как выходной продукт общества и как входной элемент системы уголовного делопроизводства.

3. Система образования способствует формированию интересов личности, развитию его способностей и навыков и повышает потенциальные возможности заработка.

4. Технологическая система отражает уровень техники, применяемые методы и оборудование, используемое в процессах преобразования, эта система влияет на человека как на участника производственного процесса.

5. Политическая система путем имеющихся в ее распоряжении средств и законов регулирует политические отношения в обществе, воздействует на распределение ресурсов и установление приоритетов. Косвенно политическая система оказывает влияние на эволюцию норм и ценностей, которым следует общество или согласия с которыми оно требует от своих членов.

Системный подход помогает исследовать те взаимозависимости между факторами, которые определяют, каким образом человек стал нарушителем законов общества. Информация о таких взаимозависимостях в настоящее время фрагментарна и отрывочна, что должно подтолкнуть системноаналитиков (специалистов по системному анализу) к изысканию путей и возможностей развертывания широких системных исследований

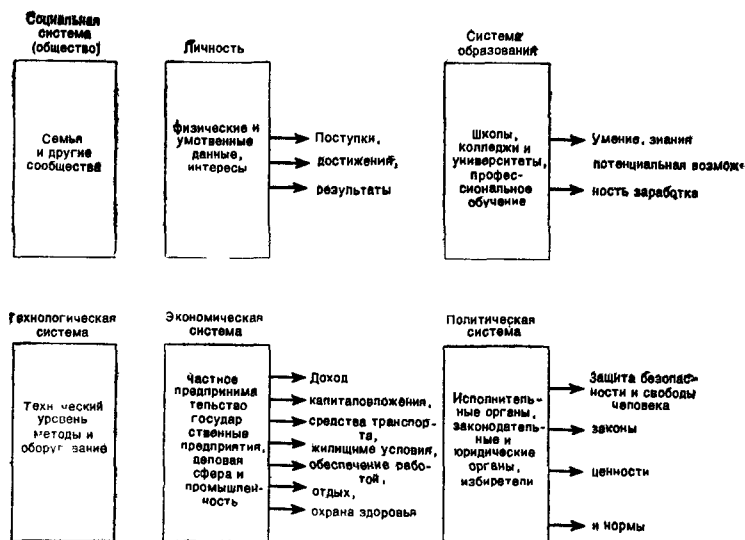


Рис. 1.4. Системы, оказывающие влияние на систему уголовного делопроизводства.

в этой области. Борьба с преступностью и правонарушениями не может серьезно проводиться, если мы не поймем значения экономических, социальных, политических и других факторов в формировании личности потенциального нарушителя законов и его окружения.

Уровни систем

В системном анализе для того чтобы показать, что система входит в другие системы, можно воспользоваться понятием уровня. Для установления границ данной системы необходимо использовать понятия *системы*, *подсистемы* и *системы более высокого уровня*. Введем эти понятия применительно к системе уголовного делопроизводства (рис. 1.5).

1. На *уровне подсистем* каждый из органов общей системы, которую мы определим ниже, выступает как относительно независимая, самостоятельная организация, имеющая свою цель. Типичными органами рассматриваемой нами системы являются полиция и шерифы, окружные прокуроры, суды, управление по делам несовершеннолетних преступников (условные приговоры), тюрьмы, медицинские учреждения и др. По отношению к каждому из этих отдельно взятых органов все остальные являются внешними — его окружающей средой.

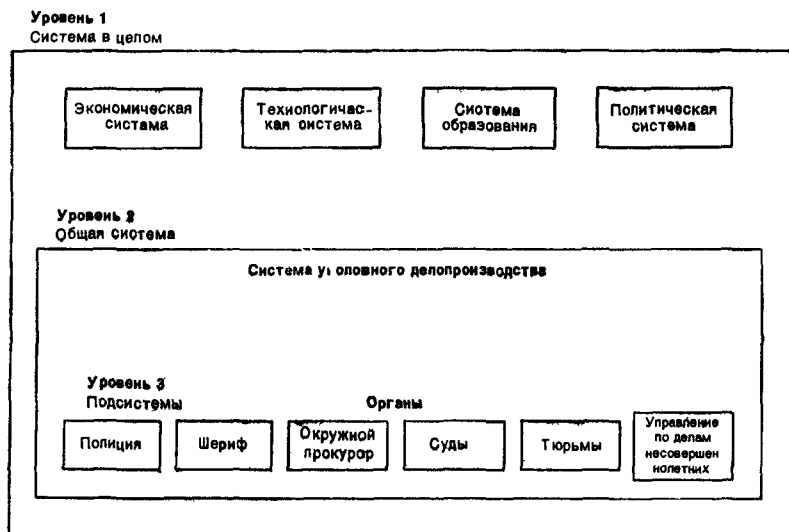


Рис. 1.5. Уровни подсистем (органов), общей системы (системы уголовного делопроизводства) и системы в целом.

2. На *уровне общей системы* все отдельные органы сведены в единую систему, действующую в направлении достижения общей цели. Обычно термин «система уголовного делопроизводства» относится к системе именно этого уровня. Остальные органы, такие, как система борьбы с бедностью, здравоохранения, образования и др., непосредственно не связанные с применением буквы закона, расследованием и поимкой преступника, рассматриваются по отношению к такой общей системе как внешняя среда. Сюда же входят социальное окружение данного человека, а также все остальные социальные, политические, технологические и иные факторы или системы, принимаемые как «заданные».

3. *Уровень системы в целом* включает не только систему уголовного делопроизводства, но и законодательную, общественную, технологическую и политическую системы. Всегда надо анализировать, из каких составных частей — систем — состоит данная и в какую более крупную систему все они входят.

Определение границ системы и ее внешней среды

К окружающей, или внешней, среде мы отнесли все системы, управление которыми не осуществляется лицом, принимающим решение. В рассматриваемом примере системы уголовного

делопроизводства для каждого органа этой системы все остальные органы являются внешней средой, поскольку действуют относительно независимо друг от друга, а руководитель каждого из органов, или каждой из подсистем, не имеет соответствующих полномочий, чтобы влиять на другую подсистему. Совершенно очевидно, что такой подход к системе (или органу) препятствует достижению ее целей, так как ведет к раздроблению и распылению усилий. Вероятно, следует «раздвинуть» границы системы с тем, чтобы рассматривать проблему преступности на уровне общей системы (включающей все органы, показанные на рис. 1.5) и на уровне системы в целом.

Структура программы

Как было указано выше, важно разработать структуру программы для того, чтобы определить те органы (или тех участников системы), деятельность которых направлена на достижение целей системы. Приведем ряд программ, которые могли бы войти в структуру программы системы уголовного делопроизводства.

1. *Предупреждение преступлений.* Создание соответствующего окружения, поддерживающего у данной личности, да и у всех членов общества, уважение к закону. Предупреждение может включать меры по устрашению и упреждению. Под упреждением понимается вскрытие или обнаружение преступных наклонностей до их реального проявления, особенно важное значение эта мера имеет в отношении подростков.

2. *Расследование.* Поиск и сбор информации, ведущие к опознанию подозреваемых нарушителей закона.

3. *Судебное разбирательство и вынесение приговора.* Для этого требуются выполнение судебных процедур и формулирование приговора.

4. *Надзор и арест* выполняются для наблюдения за поведением личности или для ограничения ее действий, служат средством защиты благосостояния, а также жизни и имущества остальных членов общества.

5. *Восстановление в правах* является результатом таких мер воздействия, которые приводят к изменению поведения и взглядов нарушителей и обеспечивают в будущем соблюдение закона.

6. *Административная деятельность*, направленная на обеспечение органов необходимыми ресурсами для успешного выполнения их задач.

7. *Проведение исследований.* Выполнение научных работ по актуальным проблемам в области уголовного делопроизводства

8. *Образование и специальная подготовка* необходимы для обеспечения всех систем информацией и для выработки соответствующих методов перевоспитания нарушителей.

9. *Законодательная деятельность.* Ведение содержательного диалога с законодателями, направленного на ознакомление последних с реальными проблемами, что осуществляется в соответствии с действующими и предполагаемыми законами.

Изучение целей и взаимных связей программ и органов

Таблица 1.3 представляет собой матрицу, где строки соответствуют программам, а столбцы — органам системы. Матрица используется для того, чтобы выявить назначение всех органов, участвующих в осуществлении некоторой программы. Анализ может выполняться в масштабе системы, с тем чтобы установить вклад отдельных органов в систему в целом. Он также может проводиться как изучение проблем, касающихся отдельного органа, т. е. на уровне подсистем. На этом, последнем, уровне работники отдельных органов системы уголовного делопроизводства должны отчетливо представлять, что их организации являются элементами более широкой общей системы и что нельзя рассматривать свои функции в отрыве от более глубоких конечных целей. Когда отдельные органы, или службы, входящие в систему, разрастаются, у них намечается тенденция к обособлению и сосредоточению на выполнении своих задач без учета той общей цели, ради которой они были созданы. Так, исполнительные органы рассматриваемой нами системы следят за соблюдением закона, прокуратуры округов заняты преследованием по закону его нарушителей; при этом в их распоряжении находятся суды. Должно быть ясное понимание со стороны участников этой цепи, состоящей из органов прокуратуры и судопроизводства, что все они имеют дело с одним и тем же лицом — нарушителем закона, передаваемым из рук в руки отдельных органов системы, пока разбирается дело и решается его судьба.

Отдельные органы могут оправдать свое существование только усилиями, направленными на достижение целей общей системы. Наблюдение за выполнением закона, например, может быть обосновано и оправдано только исходя из более общих целей, чем просто выполнение закона членами общества, из защиты интересов личности в обществе или из того, что изолирование нарушителей закона служит высоким целям справедливости. Арест, заключение в тюрьму сами по себе как

Матрица программы — органы системы уголовного делопроизводства

Программы	Органы, входящие в систему					Органы, внешние по отношению к системе		
	Полиция	Прокурор округа	Суды	Управление по делам несовершеннолетних	Тюрьмы	Организации, обеспечивающие благосостояние	Система образования	Деловая сфера и промышленность
Предупреждение								
Расследование								
Суд и вынесение приговора								
Восстановление в правах								
Организация административной деятельности								
Исследования								
Образование								
Законодательная деятельность								

конечные цели смысла не имеют, если они не служат более широким целям, т. е. целям системы более высокого уровня. Система уголовного делопроизводства предназначена для выполнения таких задач, которые можно понять и сформулировать только в связи с другими системами, такими, как социальная, экономическая и политическая, сосуществующих в рамках системы в целом. Одним из основных положений системного подхода является отказ от изучения задач системы без рассмотрения ее взаимосвязей с более широкой системой, в которую она входит.

Все работники органов системы должны четко понимать свои основные обязанности. Такое понимание проистекает из распределения сфер деятельности с самого начала создания данного органа системы. Кроме того, в рамках данного органа используются способы и приемы работы, которые не легко изменять, так как они складываются годами под влиянием социальных, юридических, технологических, экономических и других факторов.

Обычно работники отдельных органов понимают свою роль очень узко; согласно требованиям системного подхода они должны исходить из того, что их обязанности не ограничиваются только рамками данной части системы. И это не просто вопрос распределения ответственности, важно понимание того, что проблемы одного из органов системы есть прямой результат действий и решений других ее органов. Сформулируем эту мысль в следующем виде.

- Ответственность за судьбу одного лица или клиента должна выходить за границы подсистем (таких отдельных органов, как полиция, суды, тюрьмы и др.). Все органы, вместе взятые, должны отвечать за то, как будут обращаться с правонарушителем с момента, когда он вошел в систему, и до того момента, когда он из нее вышел.

- Проблемы, встающие перед любым из органов системы в ходе его функционирования, находятся под непосредственным влиянием деятельности других органов системы. Следовательно, бессмысленно работать, отгородившись жесткими демаркационными линиями от других органов.

- Для того чтобы лицо, принимающее решения на уровне системы, чувствовало персональную ответственность за выход его системы, необходимо, чтобы этот человек в той или иной мере принимал участие в действиях, которые поэтапно приводят к требуемым результатам работы вверенной ему системы. Больше того, отчуждение и крушение планов может уступить место гордости за хорошо выполненное дело, если исполнители в рамках системы могут наглядно увидеть свой вклад в результаты работы системы, которая без этого мертва и безлика,

Управление системой уголовного делопроизводства и применение системного подхода

Одной из самых больших трудностей применения системного подхода является наличие структуры уже существующей и действующей системы. Нововведения не всегда могут осуществляться постепенно. Одним из таких нововведений в рассматриваемой системе может оказаться создание совета по ведению дела нарушителя из представителей всех органов, через которые проходит нарушитель, — полиции, прокуратуры округа, судопроизводства, тюремных и воспитательных органов и адвокатуры. Этот совет нес бы полную ответственность за подсудимого, пока он находится в рамках действия системы. Другое возможное нововведение — учреждение должности инспектора, который следил бы за поведением подсудимого от начала до конца, т. е. до выхода из системы. Организационные проблемы и требования по увеличению штатов системы следует очень тщательно спланировать. В настоящее время аналогичная организация дела применяется органами, ведущими борьбу с преступностью среди несовершеннолетних, где правонарушители попадают в руки специальных инспекторов на все время ведения их дел вплоть до освобождения. Подобные идеи воплощены в специальном исследовании «Управление проектом», результаты которого сейчас используются в оборонной и авиационной промышленности для управления разработкой больших проектов.

В соответствии с этим исследованием назначается руководитель проекта — лицо, ответственное за его разработку, — который стоит над традиционной функциональной организацией, состоящей из таких отделов, как технический, финансовый, снабжения, производственный, расчетный, кадров, торговли. Согласно рекомендациям «Управление проектом» руководитель набирает свой штат не со стороны, а из представителей всех подразделений, ведущих разработку; выбранные представители одновременно выполняют свои прямые обязанности. Таким образом, руководитель становится ответственным за успех всего проекта, а это зависит от сотрудничества и помощи со стороны других отделов [16]. Можно ли организовать систему уголовного делопроизводства аналогичным образом, чтобы руководитель отвечал за людей, проходящих через различные органы, или подсистемы? Некоторые из элементов системы уголовного делопроизводства уже построены на основе таких принципов, например образование и специальное обучение, борьба с преступностью среди несовершеннолетних, борьба с наркоманией и алкоголизмом. Так что есть смысл оценить открывающиеся здесь возможности,

Очень часто неудачное применение системного подхода в какой-нибудь области объясняется выбором способа измерения, или оценки, успеха. Иногда неудачи объясняются и тем, как воспринимается успех обществом или теми, кто играет заметную роль в функционировании системы. Как же оценивать достижения и успешные действия в области уголовного права? Как полиция, шериф, дорожный патруль измеряют эффективность своей работы? Как судьи, инспекторы по делам несовершеннолетних, тюремные надзиратели или окружные прокуроры измеряют, насколько успешно они справились со своими обязанностями? Или же интересы и цели этих лиц настолько различны, что невозможно установить никакой общности целей и задач?

Эффективность действий полиции или других исполнительных органов всегда оценивалась числом проведенных арестов, задержанных преступников и раскрытых преступлений. Такие показатели имеют смысл в рамках системы контроля за соблюдением закона, но для системы в целом такие показатели не могут определить ее «успех». Очевидно, что для органов, следящих за выполнением законов, недостаточно просто заключить всех людей под стражу. Эти органы гордились бы вкладом, который они вносят в работу системы: а) если бы они могли проследить по ходу действия всех органов системы за успехами того человека, которому помогли исправиться, б) если бы они могли принять какое-либо участие в вынесении решения, которое приведет к закрытию данного дела, и в) если бы они могли узнать, что нарушитель вернулся в общество полезным членом. Вероятно, роль полиции со временем станет ролью наблюдателя и помощника бывшим преступникам, т. е. она будет заключаться в наблюдении за тем, как человек, однажды нарушивший закон, не стал жертвой дурных наклонностей. Это очень похоже на взаимную помощь членов общества бывших алкоголиков в отказе от употребления спиртного. Миф? Утопия? Захочет ли кто-нибудь испробовать это? Современный начальник полиции уверен, что полиция должна участвовать в решении социальных проблем, и считает, что полицейские, в первую очередь, «работники социальной сферы». Со способами оценки эффективности программ по борьбе с преступностью и общей моделью планирования системы уголовного делопроизводства знакомит работа [17].

Острые конфликты возникают, когда окружные прокуроры считают, что их обязанность содействовать применению всей силы закона. По их мнению, основанием для этого является необходимость в противодействии или компенсации мягкости судей и присяжных [18]. Однако такие превышения мер могут только нанести вред организации правосудия.

Отправление правосудия основано, если можно так сказать, на «системе противников»: ведется борьба между прокурором и адвокатом для выявления истины. Это, вероятно, наилучшая система, которую могло создать человечество. Однако она не прослеживается на протяжении всего хода дела. Система уголовного делопроизводства имеет дело с нарушителем закона задолго до «сражения» в зале суда и продолжительное время после осуждения. Это обстоятельство является обоснованием возможности измерения успеха или неудачи на уровне системы в целом, а не только на уровне одного из ее органов.

По-видимому, вместо оценки эффективности, или «успеха», системы нам следует перейти к оценке неэффективности, или «неудач»; тогда нашей целью будет минимизация неудач, конечно, в рамках средств, которыми мы располагаем. Неудача может быть измерена процентом повторных нарушений закона. Если человек совершает более одного преступления, это означает, что система уголовного делопроизводства не сумела вернуть его к полезной деятельности, и это надо расценивать как крах личности, в котором виноват, без сомнения, сам пострадавший. Однако такое положение должно также рассматриваться и как неудача системы уголовного делопроизводства. Судьи часто ошибочно понимают интересы общества: они иногда считают, что пойдут против этих интересов, если отправят нарушителя закона в тюрьму за первое же преступление. Они это объясняют опасениями, что такая мера усугубит преступные наклонности, особенно молодого нарушителя закона, а не приведет к его исправлению.

Обычно администрация тюрем и других подобных органов сгущает на нехватку средств, выделяемых на программы перевоспитания и исправления [19]. Исправление является антитезой рецидивизма, и с позиций системного подхода, если человек исправился и ведет полезный образ жизни, это означает, что система сработала успешно. Если же он становится рецидивистом, в этом частично повинна система, а значит, она потерпела неудачу в выполнении одной из своих основных задач. Следовательно, представляется необходимым придать большее значение программам исправления нарушителей закона как решающему фактору борьбы с преступностью и правонарушениями среди несовершеннолетних, а в дальнейшем оценивать успехи выполнения задач по этому стандарту измерения.

В заключение отметим, что системный подход может принести определенную пользу при изучении работы системы уголовного делопроизводства по следующим соображениям:

1. Системный подход необходим при рассмотрении взаимозависимостей некоторой частной задачи с внешними условиями,

а также при выделении факторов и переменных, которые оказывают воздействие на ситуации в данных условиях.

2. Системный подход позволяет выявлять непоследовательность и противоречивость целей отдельных исполнителей, принимающих участие в программе одной и той же системы.

3. Системный подход обеспечивает определенную схему, с помощью которой могут быть оценены показатели работы различных систем, подсистем и системы в целом.

4. Системный подход и его методологические положения могут быть использованы для перестройки существующей системы и для сравнения и проверки относительных достоинств различных планов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Churchman C. W., Auerbach I., Sadan S., *Thinking for Decisions Deductive Quantitative Methods*, Science Research Associates, Palo Alto, Calif., 1975, p. 421.
2. The Open University, *Systems Performance, Human Factors and Systems Failures*, The Open University Press, Milton Keynes, England, 1976, pp 8—11.
3. См. п. 1, с. 417; Weinberg G. M., *An Introduction to General Systems Thinking*, Wiley, New York, 1975, pp. 62—63.
4. Checkland P. B., *Towards a System-Based Methodology for Real-World Problem Solving*, *Journal of Systems Engineering*, 3, 2, (1972); *Science and the Systems Paradigm*, *International Journal of General Systems*, 3, 2, 127—134 (1976).
5. Durgin R., Hill D., Keithley W., *A Systems Approach to Airport Intermodal Interface*, California State University, School of Business and Public Administration, Sacramento, unpublished B. A. 214 p., January 1971.
6. Van Gigch J. P., *Planning for Freedom*, *Management Science*, 22, 9, 949—961 (May 1976).
7. Bain J. S., Caves R. E., Margolis J., *Northern California's Water Resources*, Baltimore, Johns Hopkins Press, 1966.
8. Kneese A. V., *Management Science*, 19, 10, 1122—1123 (June 1973).
9. Churchman C. W., *The Systems Approach*, Delacorte, New York, 1968, pt. I.
10. Tilles S., *The Manager's Job: A Systems Approach*, *Harvard Business Review*, 41, 1, 73—81 (January—February 1963); Cleland D. I., King W. R., *Systems Analysis and Project Management* (2nd ed.), McGraw-Hill, New York, 1975, pp. 20—21.
11. Van Gigch J. P., *A Decision Making Model to Remove Discrepancies: Application to a Reading Program*, *Educational Technology*, 14, 1 39—42 (January 1974).
12. Forrester J. W., *Urban Dynamics*, Mass, MIT Press, Cambridge. 1969. [Имеется перевод: Форрестер Дж. Динамика развития города. — М.: Прогресс, 1974.]
13. Cleland D. I., King W. R., см п. 10, с. 21.
14. Van Gigch J. P., Hill R. E., *Using Systems Analysis to Implement Cost-Effectiveness and Program Budgeting in Education*, *Educational Technology*, Englewood Cliffs, N. J., 1971, p 14.
15. Van Gigch J. P., *The Contribution of Systems Analysis to the Study of the Criminal Justice System*, Paper presented to the Criminal Justice Symposium sponsored by the Crime Technological Research Foundation, California, California Council on Criminal Justice, Monterey, Nov. 20—21, 1969.

16. Cleland D. I., King W. R., см. п. 10, гл. 9.
17. Maltz M. D., Measures of Effectiveness for Crime Reduction Programs, *Operations Research*, 23, 3, 452—474 (May — June 1975); Nanus B., A General Model for Criminal Justice Planning, *Journal of Criminal Justice*, 2, 345—356 (1974); Munro J. L., Towards a Theory of Criminal Justice Administration: A General Systems Perspective, *Public Administration Review*, 31, 6, 625—628 (November — December 1971).
18. California Council on Criminal Justice, Statewide Comprehensive Plan for Action, Final Report, Sacramento, Calif., 1969, p. 567.
19. California Council on Criminal Justice, Comprehensive Plan for Criminal Justice, Sacramento, Calif., 1972, pp. 57, 73.

Глава 2

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ (ОТС)

Введение

В этой главе мы остановимся на ряде аспектов системного подхода. Мы покажем также, как системный подход, имеющий практическое значение, связан с ОТС, являющейся его теоретической основой.

Мы опишем основные свойства систем и области их применения. Сопоставим аналитико-механистический подход с системным подходом. Проведенное сравнение показывает, что в таких областях знания, как биология, бихевиористская психология и социология, а также в связанных с ними дисциплинах нельзя ограничиться аналитико-механистическим подходом. Это и послужило причиной возникновения ОТС, которая стала для вышеперечисленных дисциплин концептуальной и научной основой. Более подробно на ОТС мы остановимся в гл. 3.

Аспекты системного подхода

Системный подход может быть рассмотрен как методология проектирования, общая концептуальная основа, новый научный метод, метод анализа организаций, системное управление, метод, связанный с системным проектированием, исследованием операций, экономической оценкой и т. д., и как прикладная ОТС.

Системный подход как методология проектирования

Директорам, государственным и политическим деятелям, служащим, занимающим руководящие посты в сфере торговли, промышленности, образования, в управленческом аппарате хорошо известно, насколько трудно выбрать такое направление деятельности, следуя которому можно было бы разрешить встающие перед ними проблемы. Эти лица испытывают большие трудности оттого, что вынуждены изучать все стороны интересующей их проблемы и из всех возможных точек зрения вы-

брать только одну. Принятые ими решения, пусть и не очень значительные, оказывают определенное влияние на одну или несколько систем, где под системой мы понимаем не только структуру объекта, но и его функционирование, а также каждый его элемент в отдельности. Внутри одних систем существуют другие системы. Например, рабочая сила является составным элементом такой системы, как производственное предприятие, которое, в свою очередь, может быть включено в производственную систему отрасли и т. д. Поскольку изменения в некоторых системах могут повлиять на ход развития других систем, то лицо, принимающее решение (ЛПР), должно учитывать такое влияние. Системный подход является общенаучной методологией, которая ориентирует в исследовании возникающих при этом вариантов. Термин «проектирование» используется не случайно: системы должны быть спроектированы с определенной целью, а не предоставлены самим себе.

Системный подход как общая концептуальная основа

Системы, взятые из самых различных областей, имеют много общих свойств

Свойства и структуры. Одной из задач системного подхода, а также обусловившей его появление ОТС является нахождение подобных структур, свойств и явлений, относящихся к системам из различных областей. Это позволяет «повысить уровень общности законов», сфера действия которых ограничена. Подобие (на языке ОТС «изоморфизм») в данном случае не совпадает с полной аналогией. При системном подходе обобщения проводятся с учетом способа организации системы, средств получения, хранения, обработки и выдачи информации системами, а также с учетом способа их функционирования, т. е. поведения или реагирования и приспособления к различным сигналам из внешней среды [1]. Уровень общности может быть повышен, если использовать общие обозначения и общую терминологию аналогично тому, как системное мышление применяется к внешне не связанным друг с другом областям. Например, математика служит как бы мостом между другими науками. Абстракция ее символического языка приводит к важным приложениям.

По мнению Эмери, не следует преждевременно стремиться создать «общую концептуальную основу», чтобы позволить превалировать многообразие мысли в процессе формирования новой дисциплины Акофф, напротив, стремится ввести понятие *системы систем* [2]. На наш взгляд, на многообразие и широту мысли не могут повлиять попытки создания таких систем, которыми мы могли бы оперировать.

Методы решения и модели. Повышения уровня общности можно также достичь нахождением областей, в которых одни и те же модели описывают то, что внешне представляется не связанными между собой явлениями. Например, понятие цепей Маркова — статистического аппарата для определения вероятностей последовательных событий — может быть использовано для описания: а) различных неисправностей и поломок машины на предмет ее обслуживания; б) различных правонарушений; в) очередей в магазине самообслуживания.

Следует отметить, что общие методы в отличие от частных обладают меньшими возможностями (этот вопрос обсуждается в гл. 14). Когда мы расширяем область использования метода, необходимо сохранить его «возможности». Одной из задач системного подхода является нахождение взаимосвязей между методами решения, что позволяет расширить сферу их приложения и обогатить понимание новых явлений. Всякий раз, когда это возможно, мы должны отказываться от специализации и разделения. Нам бы хотелось обобщить знания, которыми мы уже овладели, и распространить их на другие дисциплины и другие проблемы.

Дилеммы и парадоксы. Как и другие научные подходы, системный подход не лишен методологических проблем, не имеющих удовлетворительного решения. В процессе применения системного подхода обнаруживаются проблемы дуализма, или двойственности.

Простота против сложности. Будучи не в силах справиться со сложными и трудными проблемами, мы пытаемся заменить их более легкими. После такого упрощения решения могут потерять свою реальную основу. Так появляются трудности, возникающие, с одной стороны, из-за невозможности решить сложные проблемы, а с другой — из-за непригодности решений, полученных при использовании упрощенных моделей.

Оптимизация и субоптимизация. Мы в состоянии оптимизировать только замкнутые системы, например модели, для которых известны все допущения и граничные условия. В реальной жизни системы таковыми не являются и оптимизации подлежат в лучшем случае лишь некоторые из их подсистем. Кроме того, оптимизация подсистем не означает оптимизации всей системы, и, наоборот, оптимизация всей системы (если ее можно достичь) не гарантирует оптимизации каждой из ее подсистем.

Идеализация и реальность. Мы никогда не сможем достичь оптимума в смысле экстремума, т. е. идеального решения. Поэтому следует определить более реалистичные варианты оптимального решения для случая, когда оно существует.

Инкрементализм против новаторства. Когда мы не способны найти качественно новых методов решения проблемы, то

руководствуемся известными нам методами (инкрементализм) и улучшаем существующие системы, анализируя действие их отдельных компонентов (улучшение систем). Такой подход не принесет желаемых результатов при решении проблемы, которая требует анализа всей системы в целом.

Политика и наука, связь с окружающей действительностью и нейтральная позиция. Нам предстоит решить, должна ли наука оставаться чисто теоретической, оторванной от жизни, или же она должна также носить прикладной характер и, кроме того, нести ответственность за последствия своих результатов.

Договоренность и согласие. Все лица, связанные с планированием систем, должны участвовать в принятии решений и выполнять эти решения. Для этого необходима согласованность действий, которой трудно достичь, если быть приверженцами индивидуализма и независимости.

Перечисленные дилеммы являются общими для проблем, связанных с системным анализом, и возникают при попытке применить системный подход для решения конкретных задач. Поэтому мы полагаем, что до тех пор, пока такие дилеммы не будут разрешены, нам не удастся разработать единый аппарат для исследования системы в целом. В конце настоящей работы будет видно, что многие дилеммы остаются неразрешимыми.

Проблема дуализма свойственна не только общественным наукам. Для объяснения физических явлений мы используем как электромагнитную теорию, так и квантовую теорию света. В механике мы принимаем определенные соотношения между силой, массой и ускорением при скоростях, меньших скорости света, но связываем массу с энергией при скоростях, равных скорости света. Обе теории являются приемлемыми. С одной стороны, есть основания полагать, что дуализм характерен для общественных наук и что в мире все противоречиво. Например, человек обладает и хорошими, и плохими качествами. С другой стороны, двойственность может быть присуща лишь переходу к однозначности, которая достигается при более глубоком познании мира. В последнем случае может превалировать одно-единственное системное решение.

Системный подход как научный метод

По мере знакомства с настоящей работой становится все более очевидным, что методы научной парадигмы, с помощью которых был достигнут большой прогресс в физике, неприменимы к живым системам. Мир состоит из физических и живых систем. Эти два вида систем обладают множеством свойств, и соответствующие признаки этих систем настолько различны, что применение в обоих случаях одних и тех же методов приводит

к серьезным недоразумениям и ошибкам. Научный метод, позволивший нам раскрыть физическую природу, должен быть дополнен новыми методами, которые объяснили бы явления в живых системах. Системный подход и вызвавшая его появление ОТС стимулируют развитие системной парадигмы — нового метода, который имеет дело с такими процессами, как жизнь, смерть, рождение, развитие, адаптация, познание, причинность и взаимодействие. Этот новый метод мышления, который применим в таких областях, как биология и бихевиористская психология, создается с помощью системного подхода. Последний нуждается в качественно новом рациональном мышлении, которое дополнит парадигму традиционного научного метода и приведет к созданию новых подходов к измерению, объяснению, показателю и проверке. Кроме того, системный подход обеспечит нас новыми способами решения проблем для случаев, когда мы имеем дело с так называемыми неустойчивыми понятиями, такими, как ценности, суждения, убеждения и чувства [3].

Системный подход как метод анализа организаций

Системный подход используется при исследовании организаций, т. е. систем, которые обладают определенной целью и созданы человеком для удовлетворения его потребностей. Системный подход как новый метод анализа организаций является дополнением ранее разработанных методов. Системный подход дает возможность соединить анализ системы с позиций бихевиоризма и механики и рассматривать организацию как единое целое с целью достижения наибольшей эффективности всей системы, несмотря на наличие у ее компонентов противоречивых стремлений. Такое объединение требует рассмотрения новых форм организаций, например таких, как в упомянутом выше исследовании «Управление проектом», где горизонтальные структуры накладываются на обычные вертикальные линии органов. Системная теория организаций должна рассматривать организацию как систему, действие которой описывается в таких системных терминах, как «кибернетика», «открытые и замкнутые циклы», «саморегулирование», «равновесие», «рост» и «устойчивость», «воспроизводство» и «распад» и др. Системный подход дополняет другие подходы, используемые в теории организаций и управления [4].

Системный подход как системное управление

Крупные организации, такие, как международные корпорации, военные организации, а также многочисленные федеральные и штатные органы, сталкиваются с проблемами, широта и

взаимосвязь которых требуют комплексного подхода. Эти организации должны иметь возможность «эффективно планировать и внедрять технологию, а также управлять ею» [5]. Для решения своих проблем они должны использовать системный подход и системную парадигму, которая предполагает при решении сложных задач организации использование системных функций, описанных в данной книге. В каждой конкретной ситуации необходимо учитывать назначение и структуру организации, рассматриваемой как единое целое; и руководитель организации стремится к повышению общей эффективности организации (системное проектирование), а не к локальной оптимизации с ограниченными последствиями (улучшение ее подсистем). Таким образом, весь круг проблем и положений данной работы может быть использован руководителями организаций при разработке комплексного подхода к задачам о размещении, возникающим на предприятиях со сложной технологией. Таким образом, системный подход и системное управление могут быть рассмотрены как один и тот же «метод мышления» с общей методологией, основанной на одних и тех же принципах [5].

Системный подход и связанные с ним методы

На наш взгляд, существует различие между тем, что иногда называют системным анализом, и тем, что мы здесь определяем как системный подход. Много работ по системному анализу посвящено изучению проблем, связанных с административными информационными системами, системами обработки данных, коммерческими системами и др.

Как показано в настоящей работе, системный подход является весьма общим методом и не затрагивает систем особого вида. Некоторые положения системного подхода лишь подчеркивают его методологический характер. Наше изложение системного подхода имеет целью обсудить как концептуальную и философскую основы этой теории, так и сущность ее методов. Методология Чекланда, названная прикладным системным анализом, более близка к нашей прикладной ОТС, чем это может казаться, если судить по названию [3].

Методы системного проектирования и экономической оценки также близки к системному подходу. Все они имеют общую основу, а соответствующая литература тесно связана с литературой по системному анализу. Нельзя не заметить также связи системного подхода с исследованием операций и наукой о методах управления. Многие научные работы этих областей знания могут быть рассмотрены с позиций ОТС. Эти три молодые дисциплины все еще пребывают в состоянии постоянного

изменения. Они имеют общую основу и общие цели. Возможно, со временем они войдут в состав новой области знания, основой для которой будет являться одна из вышеперечисленных дисциплин или вообще какой-то новый предмет. Именно в таком направлении сейчас развивается ОТС.

Системный подход как прикладная общая теория систем

Системный подход воплощает в себе принципы ОТС. Как отмечается в гл. 3, ОТС является новой дисциплиной, возникшей в 1954 г. Общая теория систем становится по степени общности такой же наукой, как математика и философия. ОТС обеспечивает трансформацию системного подхода в конкретные системные исследования. Она исследует также концепции, методы и сам процесс познания, осуществляя метаанализ системного мышления. В данной книге термины «системный подход» и «прикладная ОТС» используются как синонимы.

Систематика наук и систем

Свойства систем и их области существования могут быть исследованы с позиции таксономии. При этом ОТС рассматривается как общая наука наряду с математикой и философией (рис. 2.1.). Специальные науки образуют следующий ряд. Они включают науки о неживой природе: физику, химию, науки о Земле. Эти науки связаны с системами, которые Боулдинг описывает с помощью таких понятий, как «остовы», «часовые механизмы» и «термостаты». Согласно его теории, «остовы» образуют статические структуры, «часовые механизмы» являются простыми динамическими системами «с заданным движением», а «термостаты» — «управляющими механизмами, или кибернетическими системами» [6]. Науки о живой природе — биология, в частности зоология и ботаника, — изучают открытые системы, или «самоорганизующиеся структуры», такие, как клетки, растения и животные. Следующие две группы образованы науками о поведении (антропологией, науками о государстве и праве, социологией) и общественными науками, включающими в себя экономику, педагогику, науку о методах управления и т. д. Для этих дисциплин характерно рассмотрение отдельного человека как системы и, кроме того, изучение социальных систем и социальных организаций. Ниже, при описании понятия иерархии, мы рассмотрим классификацию систем, предложенную Боулдингом. В дальнейшем мы также подробно обсудим причины разделения общей теории систем на теорию «жестких» и теорию «мягких» систем, а также свойства систем, приведенные в нижней части рис. 2.1.

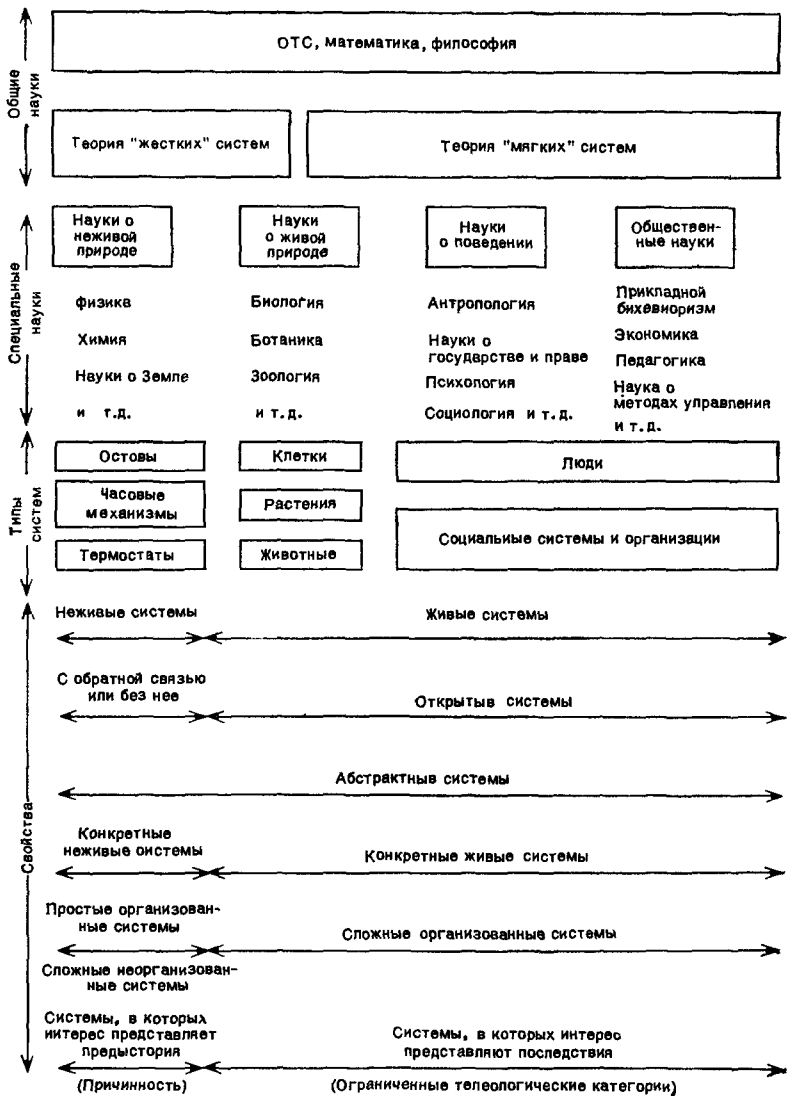


Рис. 2.1. Систематика наук и систем.

Мы не считаем, что представленная здесь систематика наук и систем является завершённой. Многие новые науки, например бионика, не могут быть полностью включены ни в один из указанных классов. Наша схема является только средством, помогающим определить степень широты системного мышления во всей совокупности знаний. Более высокое относительное расположение на схеме ОТС не означает, что она более важна, чем специальные науки. Относительное расположение наук характеризует лишь ту роль, которую они играют в этой совокупности, а также различия между типами соответствующих им систем. Подробно на этих различиях мы остановимся ниже, когда продолжим изучение свойств и областей существования систем.

Области существования и свойства систем

Свойства систем различаются в зависимости от области существования этих систем. Области существования можно классифицировать, исходя из следующих возможных условий: являются системы живыми или неживыми, абстрактными или конкретными, открытыми или замкнутыми; обладают высокой или низкой степенью энтропии, или неопределённости; являются системы простыми организованными, сложными неорганизованными или сложными организованными; являются ли они целенаправленными; существует ли в них обратная связь; иерархически упорядочены системы или нет; являются ли они организациями.

Свойства области существования системы и накладываемые на нее ограничения определяют научный подход и методологию, которые должны быть использованы при изучении системы.

Живые и неживые системы

Системы могут быть классифицированы в зависимости от того, какими они являются — *живыми* или *неживыми*. Живыми называются системы, обладающие биологическими функциями, такими, как рождение, смерть и воспроизводство. Иногда понятия «рождение» и «смерть» связывают с неживыми системами при описании процессов, которые как бы похожи на жизненные, но не характеризуют жизнь в ее биологическом смысле.

Абстрактные и конкретные системы

По определению Акоффа, «система называется *абстрактной*, если ее элементы являются понятиями. Систему относят к *конкретным*, если по крайней мере два ее элемента являются объектами» [7].

Нам бы хотелось дополнить эти определения, назвав систему конкретной, если ее элементы являются либо объектами, либо субъектами, либо и теми и другими. Это не лишает общности определение Акоффа. Все абстрактные системы являются неживыми, в то время как конкретные системы могут быть и живыми, и неживыми.

Физика изучает структуру вещества. Ее законы распространяются на частицы и тела, которые мы можем видеть и осязать. Вышесказанное не относится к микрочастицам. Физики-атомщики могут наблюдать за ними лишь косвенно, отслеживая траекторию движения частиц, находящихся в электромагнитном поле, на экране пузырьковой камеры. В данном случае не очевидно, что мы имеем дело с конкретным предметом. Здесь мы находимся на границе с абстрактным.

Науки о неживой природе нельзя отделять от остальных наук, мотивируя это тем, что первые имеют отношение исключительно к конкретным системам. Системы, изучаемые науками о неживой природе, и области их существования являются реальными в такой же степени, в какой они связаны с науками о живой природе и общественными науками. Таким образом, конкретность не является специфической особенностью областей существования систем неживой природы.

Одним из методов научного познания является метод абстрагирования (введения, исключения, преобразования и интерпретации абстрактных понятий). Абстрактные системы используются во всех областях знания. Например, математические модели мы строим как в физике, так и в антропологии, экономике и т. д. Использование математических моделей общей теорией систем и ее тенденция к обобщению объясняют расположение этой науки в систематике наук, охватывающей все области знаний.

Открытые и замкнутые системы

Деление систем на открытые и замкнутые является важным основанием классификации систем. Читатель, безусловно, помнит, что понятие «внешняя среда» было введено в гл. 1 для того, чтобы определить те системы, которые не относятся непосредственным образом к исследуемым проблемам. Система является *замкнутой*, если у нее нет окружающей среды, т. е. внешних контактирующих с ней систем. К *замкнутым* относятся и те системы, на которые внешние системы не оказывают существенного влияния. Система называется *открытой*, если существуют другие, связанные с ней системы, которые оказывают на нее воздействие и на которые она тоже влияет. Как будет показано ниже в настоящей главе, различие между

открытыми и замкнутыми системами является основным моментом в понимании фундаментальных принципов ОТС. Всякая попытка рассмотрения открытых систем как замкнутых, когда внешняя среда не принимается во внимание, таит в себе большую опасность, которую необходимо полностью осознать.

Все живые системы — открытые системы. Неживые системы являются относительно замкнутыми; наличие обратной связи наделяет их некоторыми неполными свойствами живых систем, связанными с состоянием равновесия.

Замкнутые системы развиваются в направлении достижения устойчивого состояния равновесия, которое зависит только от начальных условий системы. Если изменяются начальные условия, то изменится и конечное устойчивое состояние. В соответствии со вторым законом термодинамики система развивается в направлении к максимуму энтропии (понятие «энтропии» вводится в следующем разделе). В открытых системах одно и то же конечное состояние может быть достигнуто при различных начальных условиях благодаря взаимодействию с внешней средой. Это свойство называется *эквифинальностью*. Неживые системы с соответствующей обратной связью будут стремиться к состоянию равновесия, которое зависит не столько от начальных условий, сколько от внешних воздействий на систему. Движение к этому конечному состоянию придает неживой системе некоторую видимость целенаправленного поведения, присущего только живым системам. Поэтому вследствие действия механизма обратной связи неживые системы «проявляют себя как системы, обладающие свойством эквифинальности» и, кроме того, «обладают некоторыми свойствами живых систем, поскольку последние являются открытыми» [8].

Энтропия, неопределенность и информация

Энтропией называется степень неупорядоченности¹⁾. В термодинамике, откуда заимствовано это понятие, энтропия связывается с вероятностью возникновения определенного расположения молекул. В кибернетике и ОТС энтропия означает величину разнообразия системы, где под разнообразием понимается степень неопределенности, возникающей при выборе из большого числа всевозможных вариантов.

Энтропия, неопределенность и неупорядоченность являются взаимосвязанными понятиями (рис. 2.2.). Термин *дуализм*, или

¹⁾ Строго говоря, энтропия есть мера неопределенности, которая в зависимости от условий может интерпретироваться то как мера неупорядоченности, или беспорядка (в термодинамике и статистической физике), то как мера разнообразия, сложности или же новизны (в теории информации), мера превращения возможности в действительность. — *Прим. ред.*

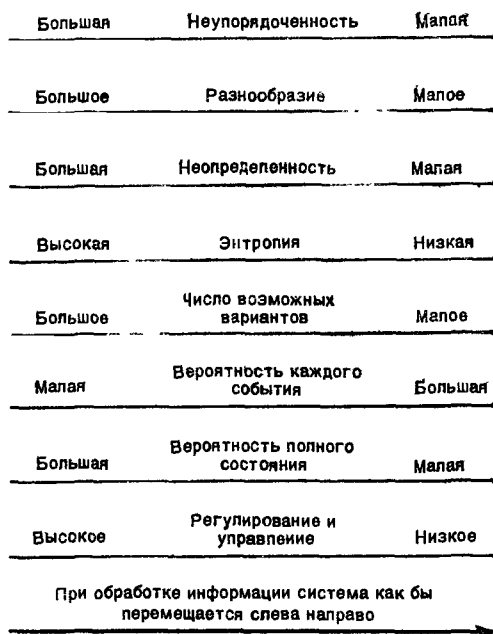


Рис. 2.2. Двойственность переменных, связанных с неупорядоченностью энтропией и количеством информации.

двойственность, мы используем для того, чтобы показать широкий диапазон значений, которые переменные, указанные на рисунке, принимают в соответствующих областях, заключенных между двумя экстремумами. Системы обладают высокой или низкой энтропией (разнообразием, неопределенностью, неупорядоченностью). Для уменьшения энтропии необходимо уменьшить существующую неопределенность, что достигается путем получения информации. Информация, согласно теории информации, характеризуется специальной величиной, связанной с числом возможных вариантов выбора в системе. Поясним это простым примером. Если мы имеем дело с выборкой при восьми допустимых вариантах, то несложные вычисления показывают, что энтропия, или существующая неопределенность, равна 3 бит. После четырех выборок неопределенность уменьшится до 2 бит. Две следующие выборки уменьшат неопределенность до двух возможных вариантов, а энтропию — до 1 бит. В последнем случае, когда существуют два допустимых варианта, проведение одной выборки исключает неопределенность и сводит энтропию к нулю. Количество получаемой информации равно величине, на которую уменьшилась энтропия. Для

исключения неопределенности в случае восьми возможных исходов требуется 3 бит информации. Винером и Шенноном [9] была установлена эквивалентность энтропии (неопределенности) и количества информации с точки зрения теории информации. Эти понятия занимают центральное место в ОТС, подобно тому как понятия силы и энергии — в классической физике [10].

Понятия энтропии и количества информации можно использовать для того, чтобы дать характеристику живым и неживым системам. Неживые системы (рассматриваемые обычно как замкнутые) имеют тенденцию развиваться по направлению к состоянию максимальной неупорядоченности и энтропии. Отличительной чертой живых (а значит, открытых) систем является их сопротивляемость процессу разупорядочения и их развитие по направлению к состояниям более высокой организации. Общая теория систем объясняет эти тенденции, основываясь на следующих фактах:

а) обработка информации приводит к соответствующему уменьшению положительной энтропии;

б) получение энергии из внешней среды (увеличение отрицательной энтропии) противодействует ослабевающим тенденциям неотвратимого естественного процесса (увеличению положительной энтропии) [11].

Простые и сложные организованные и сложные неорганизованные системы

Живые системы являются сложными организованными, в то время как неживые системы проявляют свойства либо простых организованных, либо сложных неорганизованных систем. Согласно теории Рапопорта и Хорвата, которые внесли ясность в понимание данного вопроса, *простые организованные системы* образованы последовательным соединением компонентов, действия которых заданы «линейно-временной последовательностью, так что каждое действие зависит от предыдущего... В цепочке причинных связей не должно содержаться замкнутых циклов» [12]. Сложность в данном типе систем определяется главным образом характером взаимодействий, которые следует учитывать при числе компонентов, большем трех.

В противоположность простым организованным системам известны хаотичные, или *неорганизованные, сложные системы*. Например, поведение газа определяется случайным взаимодействием огромного, но конечного числа молекул. Суммарный результат такого взаимодействия определяется с помощью законов статистической механики и теории вероятностей. Свойства сложных неорганизованных систем описываются параметрами

вероятностного распределения на бесконечном множестве событий.

Поведение живых систем не может быть объяснено ни законами динамики, основанными на изучении общих свойств компонентов системы, ни вероятностным результатом бесконечного числа взаимодействий, как это имеет место в отношении соответственно простых организованных и сложных неорганизованных систем. Живые системы обычно проявляют признак так называемых *сложных организованных систем*. Указанный тип систем обладает следующими свойствами:

1. В отличие от сложных неорганизованных систем, где число компонентов может быть бесконечным, данные системы состоят из конечного числа компонентов.

2. Деление системы на составные части можно осуществлять до тех пор, пока вся система не распадется на «неделимые целые», или «неделимые единицы» [13].

3. Наряду со свойствами, обусловленными составными частями системы, последняя обладает своими собственными свойствами. Вся система есть нечто большее, нежели просто сумма ее частей.

Цель и целенаправленное поведение

Как известно, телеология является идеалистическим философским учением, которое дает описание и истолкование законов Вселенной с позиций «конечных причин» (целей), которые могут относиться к весьма далекому будущему.

Телеологический взгляд на Вселенную подвергся сомнению тогда, когда механистические концепции в физике и связанных с ней областях позволили дать объяснение законам движения на основе предшествующих причин более успешно, чем на основе будущих — «конечных причин». Телеология, которая уравнивает конечную цель с причиной, была отвергнута не только по отношению к живым организмам, но и к неживым телам. Было показано, например, что основной принцип телеологии противоречит понятию времени, поскольку это учение утверждает, что происходящие в живых организмах явления больше зависят от будущего, чем от прошлого. Жизнь можно рассматривать как физический процесс. Она единоподнаправленна и обуславливается некой причиной. Положение о том, что жизнь определяется и управляется «конечной целью», которая якобы появится в будущем, противоречит понятию одноподнаправленного течения времени. «Когда мы сажаем семя, для того чтобы вырастить дерево, то руководствуемся своим настоящим представлением о свойствах семени, посредством чего мы мысленно вообразим его будущее существование» [14].

Телеология подверглась сомнению во времена Галилея и Ньютона, когда господствовали механистические взгляды на Вселенную. Несмотря на длительное существование, эти взгляды и теории были неспособны объяснить многие феномены, особенно биологические функции и явления, происходящие в сложных организованных системах. Кибернетика и ОТС смогли преодолеть существовавший веками телеологический мистицизм и сделать понятие цели научно приемлемым и аналитически полезным [15].

Кибернетика заново ввела понятие целевого (телеологического) объяснения в науку. Оно имеет более узкий и лишенный телеологического толкования смысл, отличающийся от того, какой известен до Галилея и Ньютона.

Выделяют три типа поведения: целенаправленное, нецеленаправленное и управляемое.

Целенаправленное и управляемое поведение направлено на достижение цели, определенного состояния. Понятие цели, к достижению которой стремятся системы, более непосредственно объясняет результат их действия, чем признанные несостоятельными телеологические понятия. *Нецеленаправленным* является такое поведение, которое не преследует достижения какой-либо цели [16].

Критериями различия между целенаправленным и нецеленаправленным поведением могут служить следующие положения.

1. Если имеет место целенаправленное поведение, то соответствующий объект должен быть частью системы.

2. Целенаправленное поведение должно преследовать некоторую цель.

3. При целенаправленном поведении между системой и внешней средой должно осуществляться взаимодействие.

4. Поведение должно быть связано с внешней средой, откуда поступают сигналы, указывающие на то, способствует ли выбранное поведение достижению цели [17].

5. Целенаправленные системы всегда должны производить выбор из нескольких возможных направлений деятельности.

6. От выбора поведения должен зависеть конечный результат.

7. Необходимо отличать достаточные условия от необходимых. Достаточные условия дают нам возможность предсказывать событие, в то время как посредством необходимых условий мы находим характеристики элементов, участвующих в осуществлении этого события. Первые связаны с физикой и причинно-следственными отношениями, тогда как последние имеют более непосредственное отношение к биологии и общественным

наукам, а также к взаимосвязи между производителем и результатом [18].

Что касается различия между целенаправленным и управляемым поведением, то здесь можно отметить следующее:

1. Управляемое поведение свойственно техническим системам, «способным удовлетворять потребности человека, но не имеющим своих собственных целей».

2. Целенаправленное поведение свойственно «системам, которые способны сами принимать решения» (примером такого поведения является деятельность человека) [19].

Обратная связь

Мы видели, что посредством регулирующего режима и управляющего механизма неживые системы с обратной связью могут быть организованы таким образом, чтобы их развитие протекало в направлении, обеспечивающем определенный выходной сигнал. Управляющий механизм основан на принципе подачи выходного сигнала обратно на вход. Существует *положительная* и *отрицательная обратная связь*. В первом случае соотношение между входным и выходным сигналами таково, что с увеличением входного сигнала увеличивается и выходной сигнал. Во втором случае при увеличении входного сигнала происходит уменьшение выходного сигнала. Положительная обратная связь обычно приводит к неустойчивым состояниям системы, тогда как отрицательная обратная связь позволяет обеспечить устойчивое управление системой. Условия устойчивого и неустойчивого управления посредством положительной и отрицательной обратной связи получены математически и лежат в основе теории автоматического управления большими системами. Практическое применение принципов обратной связи в управлении живыми системами не является столь же простым делом, как в управлении неживыми системами. Полный анализ этих проблем проводится при рассмотрении понятий управления (гл. 18).

Сейчас мы только отметим ту важную роль, которую понятие управления играет в теории систем. Социолога интересуют главным образом организмы, или живые системы, т. е. системы, которые являются целенаправленными в узком смысле, определенном в предыдущем разделе. Он исследует проблему, как направлять такие системы по пути достижения своих целей и на основании каких принципов можно управлять их развитием. Можно попытаться перенести принципы управления и понятия сервомеханизмов на живые системы, однако их практическое применение является более сложным делом, поскольку понятия входа и выхода для живых систем определены не так четко,

как это было сделано для неживых систем. Несмотря на указанные трудности, такие попытки приносят наибольшую пользу в деле улучшения работы систем, обслуживающих человека. Мы должны найти принципы и методику, способствующие общественному прогрессу и развитию общества в целях достижения поставленных им задач.

Иерархия систем

Понятие иерархии является немаловажным и может быть использовано в том случае, когда мы хотим упорядочить системы в соответствии с различными критериями, один из которых должен учитывать степень сложности функций компонентов системы. Боулдинг предлагает следующие уровни иерархии систем.

1. Неживые системы

1.1. Статические структуры, называемые *остовами*.

1.2. Простые динамические структуры с заданным движением, присущие окружающему нас физическому миру. Эти системы называются *часовыми механизмами*.

1.3. Кибернетические системы с управляемыми циклами обратной связи, называемые *термостатами*.

2. Живые системы

2.1. Открытые системы с самосохраняемой структурой. Уровень *клеток* — это первая ступень, на которой возможно разделение на живое и неживое.

2.2. Живые организмы с низкой способностью воспринимать информацию, например *растения*.

2.3. Живые организмы с более развитой способностью воспринимать информацию, но не обладающие «самосознанием». К категориям данного уровня относятся *животные*.

2.4. *Люди*, характеризующиеся самосознанием, мышлением и нетривиальным поведением.

2.5. *Социальные системы и социальные организации*.

2.6. *Трансцендентные системы*, или системы, лежащие в настоящий момент вне нашего познания [20].

Аналогично могут быть построены и другие виды иерархий, основанные на понятии сложности. Для того чтобы показать переход от систем с ручным управлением к автоматизированным системам, использовалось понятие уровней механизации. Системы на наивысших уровнях обладают не только свойством саморегулирования, но и способностью к адаптации и познанию [21]. Люди и группы людей были рассмотрены как различной сложности системы обработки информации [22]. Аналогично уровни интеграции человека, зависящие от его функций обработки информации, могут быть использованы для объяснения и анализа сущности его умственной работы [23].

Понятия иерархии и ее уровней помогут нам объяснить возрастающую сложность систем. Более подробно эта тема разбъ-

рается в гл. 14. Мы также рекомендуем читателю обратиться к работе Янга [24], в которой содержится обзор систем и приводится их классификация.

Организация

Организация является характеристикой систем, которая не тождественна сложности структуры. Так, один из изотопов простейшего элемента — водорода — состоит из одного протона и одного электрона, и его атомный вес, определяемый числом протонов (или электронов), равен единице. Уран — один из самых тяжелых элементов — образует смесь трех изотопов; преобладающий изотоп имеет ядро, состоящее из 238 частиц с 92 протонами и 146 нейтронами. Благодаря более сложной структуре атома уран, имеющий атомный номер 92 и атомный вес 238, занимает в иерархии элементов, называемой периодической таблицей химических элементов, более высокое положение, чем водород. Расположение элементов в иерархии характеризуется различными величинами, которые принимают одни и те же переменные в зависимости от места, занимаемого элементом в иерархической структуре. Ясно, что число 238 является значением переменной, называемой «атомным весом», и что оно в 238 раз больше величины этой же переменной для атома водорода. Вследствие своей более сложной атомной структуры уран существенно отличается от водорода своими комбинаторными свойствами. Однако свойства урана могут быть определены, исходя из свойств более легких элементов. Именно так поступили при составлении периодической таблицы. Предполагалось существование большого количества элементов, которым в таблице было отведено соответствующее место гораздо раньше, чем были открыты эти элементы. Такой порядок рассуждений неприменим в отношении групп живых организмов, которыми являются, например, системы с признаками, характерными для *организации*. Семья, производственная бригада, компания друзей, группа детского сада — это системы, свойства которых не могут быть получены, исходя из свойств их компонентов. На основании характеристик родителей и их детей нельзя предсказать поведение семьи. Семья является системой, характеристики которой зависят от ее организации. Последняя предполагает наличие целенаправленного поведения, мотивов и характеристик поведения, чего нет в системах неживой природы.

Акофф определяет организацию как «по крайней мере частично самоуправляемую систему», наделенную следующими характеристиками.

1. *Сущность*. Организации являются системами типа «человек — машина».

бессмысленным или невозможным. Важным предположением аналитико-механистического подхода является тот факт, что свойства всей системы не могут быть выведены из свойств ее частей.

3. Механистические теории были построены не для изучения сложных организованных систем со сложными структурами и сильными взаимосвязями, а с другой целью.

4. Понятие целенаправленного поведения живых систем — важная характеристика открытых систем — нуждалось в теоретической основе, которой не могли являться ни устаревшие телеологические объяснения, ни причинно-следственные отношения теоретической физики.

Цель ОТС заключается в построении концептуальной и диалектической основы для развития методов, пригодных для исследования более широкого класса систем, чем те, которые связаны с неживой природой. Общая теория систем лишена отмеченных выше недостатков и обладает следующими достоинствами:

1. Использует «целостный» подход к системам (в соответствии с которым все явления рассматриваются как «целостности») при сохранении идентичности систем и свойств неделимых элементов.

2. Повышает общность частных законов посредством нахождения подобных структур в системах (изоморфизм) независимо от того, к каким дисциплинам и специальным наукам относятся эти законы.

3. Побуждает к использованию математических моделей, которые описаны с помощью языка, не зависящего от конкретного смысла; эти модели благодаря свойственной им общности помогают установить аналогию (или ее отсутствие) между системами. С помощью математических моделей мы переходим «от анализа содержания к анализу структуры», что «позволяет избежать многих ненужных исследований». Недостаток такого подхода заключается в том, что реальные системы не полностью поддаются описанию с помощью математических моделей [26].

4. Способствует единству науки, являясь «связующей основой для систематики знаний». Общую теорию систем можно рассматривать как «систему систем», указывающую на расхождение и на сходство между различными дисциплинами [27].

Историческое развитие ОТС подробно описано в гл. 3.

Общая теория систем и единство знаний

В начале настоящей главы мы отнесли ОТС к общим наукам, таким, как математика и философия. Поэтому возникает задача достижения единства знаний. Обычно человек строит

модели для того, чтобы изучить и установить связь между сущностью реальной действительности и явлениями. Модели могут иметь различный вид, но все они предназначены для того, чтобы лучше понять сложные явления окружающего нас мира. При изучении сложных систем необходимо рассматривать следующие две стороны вопроса: микроуровень, на котором выявляют основные причинно-следственные связи, объясняющие работу составных частей системы, и макроуровень, когда исследуют взаимосвязь между элементарными подсистемами. Традиционный научный метод и современные математические модели применимы для исследования на микроуровне, но становятся непригодными, когда мы имеем дело с макроуровнем. Такое положение дел способствовало развитию философской мысли в направлении интеграции отдельных областей знания об окружающем мире с помощью единого подхода. В связи с проблемой единства знаний возникают несколько вопросов: для чего нужно единство знаний? Как его достичь? Какие при этом возникают методологические проблемы?

Для чего нужно единство знаний?

По мнению Коуза¹⁾, большая часть усилий, направленных на достижение единства знаний, вызывалась двумя побуждениями, одно из которых исходит из естественного стремления к целостности — необходимости построить такую теорию, которая смогла бы объединить все дисциплины в единое целое. В течение продолжительного времени считалось, что с такой задачей справятся естественные науки. Стремление к завершенности не требует от нас многого, если не учитывать психологический аспект. Однако наличие отдельных элементов, пусть даже явно связанных между собой, не означает самостоятельного существования целого, частями которого они являются. Так, не существует эмпирической основы для создания всеобъемлющей теории о знаниях. Идеальная объединенная наука отрицает пользу специальных наук, которые в состоянии изучать лишь отдельные стороны окружающего мира, а все остальные аспекты упускают из виду.

С другой стороны, поиск объединенной науки имел также положительные результаты, которые привели к развитию ОТС. Он способствовал обнаружению ряда немаловажных «изоморфизмов», или подобий, и улучшил взаимосвязь между областями знания, кажущимися на первый взгляд совершенно различными и несвязанными. Однако процесс систематизации должен

¹⁾ Caws P., *Science and Systems: On the Unity and Diversity of Scientific Theory*, *General Systems*, 13, 3—12 (1968). (С разрешения автора и Society of General Systems Research, Washington, D. C.)

быть не просто предложенным, а обоснованным эмпирически.

Как отмечает Коуз, существуют три приемлемые концепции единства знаний:

1. Единство как переход к общему базису.
2. Единство как построение общей системы (синтез).
3. Единство как энциклопедическая совокупность знаний.

Переход к общему базису

Целью перехода к общему базису являются, во-первых, построение такого единого описательного языка, что каждое выражение любой из областей знания либо определяется на этом языке, либо может быть сведено к формуле на этом языке; во-вторых, создание такого единого множества законов, что каждый закон любой из областей знания либо является следствием законов этого множества, либо может быть сведен к ним. Условия перехода таковы, что правила, которые могут быть описаны с помощью некоторых выражений и законов, сводящихся к иovým выражениям и законам, должны допускать описание в терминах последних. При этом исходные выражения и законы из рассмотрения исключаются. Один из возможных вариантов перехода содержит следующие шесть уровней перехода: социальные группы, многоклеточные живые существа, клетки, молекулы, атомы, элементарные частицы.

Подобные методы перехода очень неудобны тем, что законы выводимой науки выглядят очень сложными, когда они выражаются на языке фундаментальной науки. Понятие перехода представляет философский интерес. Однако в тех случаях, когда переход возможен, наше представление о всей системе изменяется ненамного. Полное представление об очень сложной естественной системе может быть достигнуто с помощью теоретической системы такой же сложности, и тогда задача заключалась бы в предвидении теоретического образа всей системы.

Синтез

Синтез является наиболее важным понятием, связанным с единством знаний, которое может быть использовано наряду с понятием перехода, а также вместо него. Понятие синтеза, связанное с единством знаний, основано на существовании такой научной теории, которая может быть использована при исследовании уровней иерархии, подобных тем, которые были приведены выше.

Соотношение между уровнями было бы соотношением между частью и целым. Знания были бы объединены в единое целое, а каждый уровень был бы представлен повторяющейся

структурой, которая отображала бы элементы каждого уровня и их взаимосвязь. В результате образовалась бы сверхнаука — модельный образ всех дисциплин. Последние в свою очередь стали бы составными элементами этой сверхнауки. Недостатком такого подхода к объединенной науке является то, что при построении модельной формы, или изоморфизма для всех наук, необходимо связать физические структуры на всех уровнях с жесткими рамками модели, которая, возможно, искаженно отражает реальность. Однако, хотя подобный подход и сопряжен с рядом трудностей, дело облегчается существованием единой для всех уровней структурной формой.

Энциклопедическая совокупность знаний

Понятие науки охватывает множество тесно связанных между собой понятий. Наука не является логической или иерархической структурой. Сведения, полученные из всех областей знания, не могут быть собраны в единую иерархическую систему. Основанная на этом положении энциклопедия не претендует на завершенность. В ней просто собраны воедино и классифицированы сведения из различных дисциплин, и там, где это возможно, установлены соотношения между ними. Что касается связи понятия энциклопедии с нашей исходной проблемой, а именно с проблемой представления целого, то следует отметить, что энциклопедия должна нам помогать при решении различных задач, а не охватывать всю совокупность знаний. Сторонники объединенной науки ищут в некотором смысле «общую теорию обо всем», которая заменит специальные дисциплины. Такая теория была бы практически бессодержательной, поскольку, выигрывая в общности, мы проигрываем в содержательности. «То, что мы можем сказать практически обо всем, есть почти ничто... Во всех случаях на любом уровне абстракции должна существовать оптимальная степень общности... В науке эта оптимальная степень общности не всегда достигается посредством специальных дисциплин» [28].

В заключение следует отметить, что проблемы, касающиеся единства знаний, связаны с постоянным взаимодействием между сложностью и простотой, теорией и практикой, единством и разнообразием. Коуз считает, что эти двойственные стороны проблемы следует рассматривать вместе, в их тесной связи, не отдавая предпочтения какой-либо одной из них. Общая теория систем требует многогранного подхода к решению проблем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Von Bertalanffy L., *General Systems Theory*, Braziller, New York, 1968, pp. 33, 36; Rapoport A., Foreword, in W. Buckley (ed.), *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist*, Aldine, Chicago, 1968, p. XX.

2. Emery F. E. (ed.), *Systems Thinking*, Middlesex, Penguin, England, 1969, p. 12; Ackoff R. L., Toward a System of Systems Concepts, *Management Science*, 17, 11, 661—671 (July 1971).
3. Checkland P. B., Toward a System-Based Methodology for Real-World Problem Solving, *Journal of Systems Engineering*, 3, 2 (1972); Checkland P. B., Science and the Systems Paradigm, *International Journal of General Systems*, 3, 2, 127—134 (1976).
4. Cleland D. I., King W. R., *Management: A Systems Approach*, McGraw-Hill, New York, 1972; Johnson R. A., Newell W. T., Vergin R. C., *Operations Management: A Systems Concept*, Houghton Mifflin, Boston, 1972.
5. Cleland D. I., King W. R., *Systems Analysis and Project Management* (2nd ed.), McGraw-Hill, N. Y., 1975, ch. 1. [Имеется перевод: Клиланд Д., Кинг В. Системный анализ и целевое управление. — М.: Сов. радио, 1974.]
6. Boulding K. E., General Systems Theory — The Skeleton of Science, *Management Science*, 2, 197—208 (1956).
7. Ackoff R. L., см. п. 2.
8. Von Bertalanffy L., см. п. 1, с. 40; Rapoport A., см. п. 1, с. XVIII.
9. Wiener N., *Cybernetics*, Wiley, New York, 1948. [Имеется перевод: Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. — М.: Сов. радио, 1958.] Shannon C. E., Weaver W., *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press, Urbana, 1949.
10. Rapoport A., Mathematical Aspects of General Systems Analysis, *General Systems*, 11, 3—11 (1967).
11. Schrödinger E., *What is Life?* Cambridge University Press, Cambridge, England, 1945. [Имеется перевод: Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? — М.: ИЛ, 1947.]
12. Rapoport A., Horvath W. J., Thoughts on Organization Theory, *General Systems*, 4, 87—91 (1959).
13. Rapoport A., см. п. 1, с. XVII.
14. Reichenbach H., *The Rise of Scientific Philosophy*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1951, p. 194.
15. Buckley W. (ed.), см. п. 1, с. 219.
16. Rosenblueth A., Wiener N., Bigelow J., Behavior, Purpose and Teleology, *Philosophy of Science*, 10, 18—24 (1943).
17. Rosenblueth A., Wiener N., Purposeful and Nonpurposeful Behavior, *Philosophy of Science*, 17, 318—326 (1950).
18. Churchman C. W., Ackoff R. L., Purposive Behavior and Cybernetics, *Social Forces*, 29, 32—39 (1950).
19. Ackoff R. L., Toward a System of Systems Concepts, in *The Open University, Systems and Failures*, The Open University Press, Milton Keynes, England, 1976, p. 24.
20. См. п. 6.
21. Bright J. R., *Automation and Management*, Harvard University Press, Cambridge, Mass, 1958.
22. Driver M. J., Streufert S., Integrative Complexity: An Approach to Individuals and Groups as Information Processing Systems, *Administrative Science Quarterly*, 14, 2, 272—283 (1969).
23. Van Gigh J. P., The Physical and Mental Load Components of Objective Complexity in Production Systems, *Behavioral Science*, 21, 6, 490—498 (November 1976).
24. Young O. R., A Survey of General Systems Theory, *General Systems*, 8, 61—80 (1964).
25. Ackoff R. L., Systems, Organizations, and Interdisciplinary Research, *General Systems*, 5, 1—8 (1960).
26. Rapoport A., Mathematical Aspects of General Systems Analysis, p. 9.
27. См. п. 6, с. 197.
28. Там же.

Глава 3

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

В данной главе мы хотим ознакомить читателя с совокупностью тех идей и понятий, которая лежит в основе научного направления, называемого обычно *общей теорией систем*. Эта теория охватывает широкий круг проблем, во многом она еще не устоялась и находится сейчас в развитии. Рассматриваемые здесь вопросы отражают личную точку зрения автора. Естественно, читатель может иметь собственное мнение о том, что было бы целесообразно рассмотреть здесь, а что опустить. Те, кто интересуется лишь практическими приложениями ОТС, могут пропустить эту главу без ущерба для понимания дальнейшего материала. Здесь мы обсудим лишь некоторые аспекты ОТС, не претендуя на ее исчерпывающий анализ.

Историческое развитие

Истоки

Истоки ОТС могут быть, по-видимому, отнесены к началам естественных наук и философии. Для нас же отправной вехой будет 1954 г., когда было организовано Общество содействия развитию ОТС (Society for the Advancement of General Systems Theory). В 1957 г. название этого общества было изменено на Общество исследований в области общей теории систем (Society for General Systems Research). Свой первый ежегодник «Общие системы» общество опубликовало в 1956 г. В статье, помещенной в первом томе ежегодника, Берталанфи указал причины появления этой новой отрасли знания:

1. Существует общая тенденция к достижению единства различных естественных и общественных наук.

2. Такое единство может быть предметом изучения ОТС.

3. Эта теория может быть важным средством формирования строгих теорий в науках о живой природе и обществе.

4. Развивая объединяющие принципы, которые имеют место во всех областях знания, эта теория приблизит нас к цели — достижению единства науки.

5. Все это может привести к достижению необходимого единства научного образования [1].

Мы произвольно выбрали 1954 г. за начало истории ОТС. Прежде чем перейти к рассмотрению достижений последующих лет, укажем три важных момента.

Во-первых, как отметил Берталанфи, понятие системы не есть «нечто преходящее или некий итог последних технических достижений... понятие системы так же старо, как стара европейская философия... и может быть прослежено еще у Аристотеля [2].

Во-вторых, некоторые идеи, лежащие в основе ОТС, встречались в работах немецкого философа Гегеля (1770—1831); они сводятся к следующему:

1. Целое есть нечто большее, чем сумма частей.

2. Целое определяет природу частей.

3. Части не могут быть познаны при рассмотрении их вне целого.

4. Части находятся в постоянной взаимосвязи и взаимозависимости [3].

В конце XIX в. биологи-виталисты пришли к выводу, что невозможно изучать процессы в живом организме, оставаясь на позициях аналитико-механистического подхода. Хотя витализм в настоящее время признан несостоятельным, на заре развития биологии виталисты по крайней мере пытались объяснить ряд свойств живых организмов, которые с позиций наук о неживой природе объяснить нельзя.

В-третьих, в 30-х годах нашего столетия раздавалось много голосов с требованием создания «новой логики», охватывающей и живые, и неживые системы. В то время Берталанфи выдвинул ряд плодотворных идей, которые впоследствии были опубликованы [4]. Работы Берталанфи поясняли, почему нельзя рассматривать живую систему как замкнутую. Живая система является открытой и, перемещаясь «от физического уровня к биологическому, социальному и культурному уровням организации, мы обнаруживаем, что на определенных уровнях сложности во взаимосвязях компонентов... может проявиться совершенно новый уровень организации с новыми свойствами» [5].

Мотивация

Имеются следующие основания для создания теории, принципы которой, по словам Берталанфи, «справедливы для систем вообще»,

1. Существуют изоморфизмы, или подобия, принципов, которые лежат в основе управления поведением объектов в самых различных областях. Ввиду того что эти принципы являются общими для нескольких уровней организации и могут быть на законных основаниях перенесены с одного уровня на другой, разумно создать теорию, которая сможет объяснить эти аналогии и выразить их с помощью законов [6].

2. Возникла необходимость в появлении новой науки, предметом исследования которой являлись бы сложные организованные структуры, а не сложные неорганизованные структуры, как в науках о неживой природе. Как отмечалось в гл. 2, под флагом ОТС собираются те ученые, занимающиеся проблемами сложности, которые понимают иллюзорность использования традиционного научного подхода (разложения на части и упрощения) для разрешения новых проблем. Теоретики ОТС придерживаются той точки зрения, что системная сложность не подлежит «упрощению», «разложению на части» или «исследованию путем сведения целого к его составляющим». Реально существующие взаимодействия нельзя исключить из рассмотрения, считая их линейными или пренебрежимо малыми. Как замечал Эшби, сложность должна быть принята как существенное и бесспорно необходимое свойство. Общая теория систем ищет научные методы познания на пути «учета реально существующих внутренних взаимодействий и рассмотрения системы как целого» [7].

Ньютоновская наука считала Вселенную гигантским механизмом, который подчиняется совершенным детерминистическим законам движения. Такая точка зрения предполагала изучение сложных явлений путем разложения их на элементарные компоненты. В начале же XX в. человечество стало свидетелем неудач такого механистического подхода при попытках исследовать все более и более сложные объекты. Метод «расчленение — анализ» обнаружил свою несостоятельность при попытках использовать его для изучения человека, социальных организаций, экономических систем, окружающей среды и т. п. Итак, развитие ОТС было обусловлено необходимостью преодоления недостатков традиционного редукционизма, т. е. сведения целого к его частям. «Тогда как редукционизм пытался найти общность, лежащую в основе всего разнообразия материальных компонентов материальной субстанции, таких, как атомы, современная ОТС старается искать общие свойства на языке различных аспектов организации». ОТС сосредоточивает внимание на поиске «инвариантов процесса по отношению к системам», т. е. инвариантов организации [8].

3. Далее, было обнаружено, что формулировки, принятые в физике, плохо подходят к изучению живых систем, являющихся

4. Развивая объединяющие принципы, которые имеют место во всех областях знания, эта теория приблизит нас к цели — достижению единства науки.

5. Все это может привести к достижению необходимого единства научного образования [1].

Мы произвольно выбрали 1954 г. за начало истории ОТС. Прежде чем перейти к рассмотрению достижений последующих лет, укажем три важных момента.

Во-первых, как отметил Берталанфи, понятие системы не есть «нечто преходящее или некий итог последних технических достижений... понятие системы так же старо, как стара европейская философия... и может быть прослежено еще у Аристотеля [2].

Во-вторых, некоторые идеи, лежащие в основе ОТС, встречались в работах немецкого философа Гегеля (1770—1831); они сводятся к следующему:

1. Целое есть нечто большее, чем сумма частей.
2. Целое определяет природу частей.
3. Части не могут быть познаны при рассмотрении их вне целого.
4. Части находятся в постоянной взаимосвязи и взаимозависимости [3].

В конце XIX в. биологи-виталисты пришли к выводу, что невозможно изучать процессы в живом организме, оставаясь на позициях аналитико-механистического подхода. Хотя витализм в настоящее время признан несостоятельным, на заре развития биологии виталисты по крайней мере пытались объяснить ряд свойств живых организмов, которые с позиций наук о неживой природе объяснить нельзя.

В-третьих, в 30-х годах нашего столетия раздавалось много голосов с требованием создания «новой логики», охватывающей и живые, и неживые системы. В то время Берталанфи выдвинул ряд плодотворных идей, которые впоследствии были опубликованы [4]. Работы Берталанфи поясняли, почему нельзя рассматривать живую систему как замкнутую. Живая система является открытой и, перемещаясь «от физического уровня к биологическому, социальному и культурному уровням организации, мы обнаруживаем, что на определенных уровнях сложности во взаимосвязях компонентов... может проявиться совершенно новый уровень организации с новыми свойствами» [5].

Мотивация

Имеются следующие основания для создания теории, принципы которой, по словам Берталанфи, «справедливы для систем вообще»,

1. Существуют изоморфизмы, или подобия, принципов, которые лежат в основе управления поведением объектов в самых различных областях. Ввиду того что эти принципы являются общими для нескольких уровней организации и могут быть на законных основаниях перенесены с одного уровня на другой, разумно создать теорию, которая сможет объяснить эти аналогии и выразить их с помощью законов [6].

2. Возникла необходимость в появлении новой науки, предметом исследования которой являлись бы сложные организованные структуры, а не сложные неорганизованные структуры, как в науках о неживой природе. Как отмечалось в гл. 2, под флагом ОТС собираются те ученые, занимающиеся проблемами сложности, которые понимают иллюзорность использования традиционного научного подхода (разложения на части и упрощения) для разрешения новых проблем. Теоретики ОТС придерживаются той точки зрения, что системная сложность не подлежит «упрощению», «разложению на части» или «исследованию путем сведения целого к его составляющим». Реально существующие взаимодействия нельзя исключить из рассмотрения, считая их линейными или пренебрежимо малыми. Как замечал Эшби, сложность должна быть принята как существенное и бесспорно необходимое свойство. Общая теория систем ищет научные методы познания на пути «учета реально существующих внутренних взаимодействий и рассмотрения системы как целого» [7].

Ньютоновская наука считала Вселенную гигантским механизмом, который подчиняется совершенным детерминистическим законам движения. Такая точка зрения предполагала изучение сложных явлений путем разложения их на элементарные компоненты. В начале же XX в. человечество стало свидетелем неудач такого механистического подхода при попытках исследовать все более и более сложные объекты. Метод «разчленение — анализ» обнаружил свою несостоятельность при попытках использовать его для изучения человека, социальных организаций, экономических систем, окружающей среды и т. п. Итак, развитие ОТС было обусловлено необходимостью преодоления недостатков традиционного редукционизма, т. е. сведения целого к его частям. «Тогда как редукционизм пытался найти общность, лежащую в основе всего разнообразия материальных компонентов материальной субстанции, таких, как атомы, современная ОТС старается искать общие свойства на языке различных аспектов организации». ОТС сосредоточивает внимание на поиске «инвариантов процесса по отношению к системам», т. е. инвариантов организации [8].

3. Далее, было обнаружено, что формулировки, принятые в физике, плохо подходят к изучению живых систем, являющихся

открытыми. В рамках таких формулировок не могут быть, в частности, изучены столь характерные для живых организмов процессы, как процессы старения и развития [9].

4. «Единая концепция мироздания (и науки) может быть основана не на тщетной и уж определенно искусственной попытке объяснить все мироздание средствами физики, а исходя из изоморфизма законов в различных областях» [9].

Действительно, Боулдинг подчеркивал необходимость в «единой основе тех средств систематизации, с помощью которых будут объяснены общие взаимосвязи реального мира». Поиск этой основы, этого «термина для описания произвольного уровня конструкции теоретической модели, который лежит где-то между в высшей степени общими конструкциями чистой математики и частными теориями специальных дисциплин» и является целью ОТС, говорит Боулдинг [10].

По Раполпорту, ОТС «относится скорее к мировоззрению или методологии, чем к теории в том смысле, какой приписан этому термину в науке». Акценты поставлены «на тех аспектах объектов или событий, которые являются отражением общих свойств систем, а не их особенностей. ... Сила и научная плодотворность ОТС зависит от того, действительно ли существуют свойства, общие для всех систем, и если это так, то можно ли, исходя из этих свойств, получить важные следствия» [11].

5. С XVII в. «естественные науки значительно опередили философию в деле исследования природы» [12]. В нашем веке «раздавались голоса, порицающие такое разобщение... Однако довольно трудно представить, каким образом можно опять объединить философию и естественные науки, поскольку последние... исходят из обязательной экспериментальной проверки и из дедукции в рамках принятой в математике строгости рассуждений» [12]. Общая теория систем включает подход, состоящий в поиске философских обоснований конкретной области естественных наук. «Предположения в ОТС, возникающие на базе современных представлений об организмах», и философия науки представляют два наиболее обещающих пути нового объединения естественных наук и философии [12].

Подходы

Боулдингу представляются возможными два подхода к формированию ОТС.

Первый подход заключается в том, чтобы на основании исследования реального мира и выбора определенных общих явлений, характерных для различных областей знания, построить общие теоретические модели этих явлений. Второй подход состоит в том, чтобы построить иерархию различных сфер реаль-

ного мира в соответствии со сложностью их организации и выработать для каждой сферы соответствующий уровень абстракции [13].

В предыдущей главе иерархия сложности Боулдинга, охватывающая все системы — от остова до трансцендентных систем, — положена в основу одной из возможных классификаций систем.

Эшби назвал эти два подхода эмпирическим и эпистемологическим [14].

В рамках первого подхода — *эмпирического* — мир и различные системы, встречающиеся в нем, изучаются для того, чтобы «сформировать утверждения о выявленных закономерностях». Можно сказать, что этот подход связан с движением от эмпирических данных к абстрактным моделям и от своеобразия к большей общности.

Второй подход — *эпистемологический* — это движение в обратном направлении, от абстрактного и общего к более специфическому, конкретному. Этот подход приводит к изучению специальных случаев. В рамках эпистемологического подхода рассматриваются «все возможные системы, независимо от того, действительно ли они существуют в реальном мире». Затем постулируются законы, относящиеся к подмножеству систем. Эти законы должны быть проверены экспериментально [14].

Вклад ученых в развитие ОТС

Очевидно, что ОТС не является плодом раздумий горстки мыслителей. Ее возникновению способствовало несколько научных течений. Концепции открытых систем развивались одновременно в термодинамике и биологии в 30-х годах. Понятие эквифинальности было введено Берталанфи в 1940 г. Принципиальные различия между неживой и живой природой были описаны Бриллюэном в 1949 г. Примеры открытых систем в экологии, неврологии и философии приведены Уиттекером, Кречем и Бентли в публикациях 50-х годов [15].

Большую роль в возникновении ОТС как науки сыграли научные направления и концепции, связанные с именами выдающихся ученых.

1. Нейман разработал к 1948 г. общую теорию автоматов и заложил основы теории искусственного интеллекта [16]:

2. Работа Шеннона по теории информации (1948 г.), в которой понятие количества информации было дано с позиций теории связи [17].

3. Кибернетика Винера (1948 г.), с помощью которой была найдена связь понятий энтропии, неупорядоченности, количества

информации и неопределенности. Была подчеркнута особая важность этих понятий для изучения систем [18].

4. Эшби, на работы которого мы ссылались выше, к 1956 г. разработал концепции саморегулирования и самоуправления, являющиеся дальнейшим развитием идей Винера и Шеннона [19].

Представления, вызванные к жизни в связи с развитием кибернетики и теории информации, приводят к двум отчасти противоречивым следствиям: во-первых, они позволяют аппроксимировать открытые системы замкнутыми путем введения механизма обратной связи; во-вторых, они показывают невозможность искусственного воспроизведения на модели ряда особенностей процесса автоматического регулирования в живых системах.

Ученые, идущие по первому пути, направили свои усилия на построение моделей и теорий организаций, в которых преобладают концепции, заимствованные из аналитического и механистического подходов. Привлекательной стороной этих теорий является их строгость. Однако в рамках этих теорий не поддаются определению многие специфические свойства живых систем. Второй путь оказался важным для развития поведенческой теории организаций, которая сочетает концепции экономической теории с поведенческими представлениями, вытекающими из психологии, социологии и антропологии. Последние лучше объясняют феномен поведения, чем аналитико-механистические теории, но уступают им в строгости.

В заключение отметим важность для развития ОТС работ Кёхлера (1938 г.) [20], Редфилда (1942 г.) [21], Зингера (1946 г.) [22] и Зоммергоффа (1950 г.) [23]. Кёхлер описывает «ранние попытки установить, как свойства системы регулируют поведение ее компонентов и, следовательно, поведение системы в целом» [24]. В сводном трактате Редфилда «выявляются как общность, так и большое разнообразие промежуточных случаев, «наводящих мост» между биологическими и социокультурными системами» [25]. Этот труд явно предвосхищает развитие системного подхода, который в то время был «лишь стремлением к учету всех аспектов рассматриваемой проблемы». Зоммергоффа и Зингера также относят к теоретикам ОТС. Они работали еще в то время, когда ОТС не оформилась как самостоятельная дисциплина.

Зингер — американский философ, который оказал заметное влияние на таких ученых, как Чёрчмен, Сагаста, Митроф и др. Его плодотворные идеи живы и сейчас, спустя много лет после его смерти. Эшби считает заслугой Зоммергоффа «точное определение того, что подразумевается под словами «координация», «интеграция» и «хорошая организация».

Конкретная организация (будь то гусеничный трактор, автопилот или нефтеочистительный завод) считается «хорошей» только в том случае, если она функционирует так, что определенный набор переменных, так называемых «существенных переменных», остается все время в заданных пределах [26].

Теория общей системы и общая теория систем

Существование двух терминов «теория общей системы» и «общая теория систем» вызывает некоторое недоумение, поэтому сделаем необходимые пояснения.

Как показал Ласло [27], следует говорить о *теориях общей системы*, а не об *общей теории систем*. Множественность следует относить к теории, а не к системе, что отражает реальную ситуацию наличия многих теорий в одной области. Однако не существует такого реального объекта, как общая система, и нет таких организаций, называемых общими системами [27]. Мы уже привыкли к сочетанию прилагательного «общий» именно с существительным «система» («общая система» или «общие системы»), а не с существительным «теория» («общая теория» или «общая системная теория»).

Для того чтобы подчеркнуть тот факт, что общих систем не существует, а речь идет о поиске общих теорий, вероятно, более подходящей была бы какая-либо иная комбинация этих слов. Ласло указывал, что данное «семантическое недоразумение» первоначально возникло в результате перевода с немецкого ранних работ Берталанфи [28]. В упомянутых работах строилась «теория, применимая в различных областях науки», а не «теория того, что называется общими системами», как ошибочно было в английском варианте. основополагающая работа Берталанфи была в английском варианте названа «Теория общей системы» лишь однажды [29]. Очевидно, что автору было бы целесообразно следовать этому примеру, а не становиться жертвой общеупотребительной неточности. Мы надеемся, что читатели будут иметь в виду указанные терминологические особенности.

Математические аспекты общей теории систем

Язык математики служит языком ОТС, так как он свободен от семантического содержания и выражает лишь структурные (относительные) свойства ситуации [30].

Две системы могут быть названы подобными на основании оценки степени близости их математических моделей. Системы являются «тождественными, если математические структуры

моделей изоморфны». Следовательно, использование математики «переносит акцент с содержания на структуру явлений» [31]¹⁾.

Бир лучше всех выразил необходимость в метаязыке. Метаязык — это «язык более высокого уровня, на котором могут быть интерпретированы предложения, записанные на языке более низкого уровня. Для того чтобы управлять системой на данном уровне, должна существовать система более высокого логического уровня и соответственно язык или код более высокого уровня, чем тот, на котором описывается поведение управляемой системы» [32]. Данная ситуация полностью аналогична положению, когда для разрешения спора двух сторон привлекается арбитр, или посредник, который рассматривает аргументы сторон на более высоком по сравнению с ними уровне. В юридических вопросах мы обращаемся за помощью к судебным органам более высокого уровня после того, как на более низком уровне вопрос не был решен.

Частица «мета» дает представление не только о более высоком уровне, но и о нижележащих уровнях. Промышленность в целом является метасистемой для отдельной промышленной корпорации. В свою очередь для промышленности метасистемой является правительство. В области образования факультет действует как метасистема по отношению к кафедрам, а университет управляет факультетами как их метасистема. Таким образом, метасистемы создают иерархию управления и регулирования [33].

Математика представляет собой идеальный метаязык в том смысле, который имел в виду Бир: «Общие свойства систем могут быть описаны на языке, который не зависит от конкретной природы систем» [34].

Кибернетика, т. е. наука о связи и управлении, является примером строгой математической теории, применяемой для «анализа всех тех явлений, которые включают в себя определенным образом организованное и целенаправленное поведение». Такое назначение кибернетики позволяет распространить математические методы на изучение параметра сложности во всех научных дисциплинах. Теория информации, которая упоминалась в предыдущей главе в связи с понятиями энтропии, неупорядоченности и неопределенности, оказалась метаязыком, подходящим для описания таких в корне различных явлений, как структура языков, музыка, экономические отношения, умственная деятельность. Важно осознать, что базовая модель,

¹⁾ Однако не следует противопоставлять содержание объекта его структуре, так как свойства, не отображенные в данной структурной модели, могут быть описаны как функции микроструктуры объекта. — *Прим. ред.*

позволяющая определить энтропию системы, может быть использована при изучении не только термодинамических явлений. Такая общность модели имеет место потому, что на абстрактном математическом языке она выражает происходящие вероятностные процессы. Описание не зависит ни от того контекста, в котором рассматриваются эти процессы, ни от их конкретного содержания. Таким образом достигается общность и гибкость модели.

Теория игр и ее приложения являются другой иллюстрацией применения математики — в данном случае к ситуациям, включающим конфликт интересов участников игры. Теория игр абстрагирует логические структуры рассматриваемых ситуаций, что позволяет бихевиористам рассматривать их как общие модели различных типов социальных взаимодействий. «Системный подход состоит, помимо прочего, и в том, что внимание акцентируется на структурных аспектах Есть небезосновательная надежда на то, что именно этот структурный фактор может быть положен в основу развития теорий конфликта и сотрудничества, применимых к широкому кругу различных реальных ситуаций. Требуется лишь, чтобы эти внешне различные ситуации имели одинаковые логические структуры» [35].

Попытки приложения различных математических теорий к биологии можно проиллюстрировать примерами из так называемой относительной биологии, которая является по существу «морфологией абстрактных систем». Подразумевается, что математические теории оперируют «иногда весьма аккуратно фактами, количественная сторона которых известна, и в ряде случаев точно предсказывают количественные результаты новых, не проводившихся ранее экспериментов» [36]. Уотт демонстрирует, как, исходя из общих биологических моделей, можно объяснить изменения в видовых популяциях вредных насекомых или других паразитов. Тем самым подтверждается практическая важность математизации биологии с целью построения общих моделей биологических объектов [37].

Имеются надежды, что новая математическая теория — теория размытых множеств, — которая основана и развивается Заде [38] и его последователями, откроет новые перспективы перед учеными, стремящимися к большей строгости при описании неточно определенных объектов или процессов. Теория Заде и связанные с нею математические построения составляют метаязык для исследования нечетко определенных ситуаций, т. е. «метаязык неясности». В отличие от теории размытых множеств математическая статистика и теория вероятностей являются «метаязыком неопределенности». Более детально теория размытых множеств изложена в гл. 9 и 17,

Общая теория систем и социальные системы

Системный подход к общественной жизни дает возможность гражданам государства понимать политические события, процессы на более высоком уровне, чем элементарный уровень простого обывателя. Правильное понимание природы и функционирования различных социальных институтов, сложной системы взаимосвязей между человеком и обществом требует специальных знаний. В наш век бурного промышленного развития знания являются силой и те, у кого их недостаточно, испытывают затруднения в своей деятельности. В этом и состоит причина повышения интереса к более детальному изучению систем вообще и социальных систем в частности. Это изучение выходит за рамки простого объяснения на основе здравого смысла.

Боулдинг приводит пять различных уровней изучения и оценки систем [39]:

1. Эмпирический уровень, когда знания приобретают лишь в результате непосредственного наблюдения.

2. Уровень, на котором мы уже можем строить системы, воплощая формальные символы, проекты и инструкции в их физические реалии.

3. Уровень, на котором знаний уже достаточно для предварительной разработки проекта.

4. Теоретический уровень знаний, характеризующийся общностью построений. Построение теоретических систем на основе изучения эмпирических фактов, что позволяет постулировать законы, относящиеся к существенным свойствам системы.

5. На последнем уровне создается «система теоретических систем». Этот уровень имел в виду Ласло, когда говорил о «теоретиках ОТС, которые пытаются классифицировать общие теории систем, найти общие характеристики и таким образом построить общую теорию более высокого уровня, т. е. общую теорию общих теорий. Они строят метатеории общих теорий систем» [40].

На современном уровне развития системы образования знания основного контингента людей, имеющих право голоса, соответствуют первому и второму уровням Боулдинга. Лица, избранные на официальные посты, стараются достичь более высокого уровня знаний для того, чтобы правильно оценивать сложность стоящих перед ними задач и принимать решения, соответствующие их административному уровню. Боулдинг приводит неоспоримый довод в пользу широкого изучения ОТС (которое в основном соответствует четвертому уровню). Цель такого изучения состоит в том, чтобы устранить разрыв между «обычными людьми» и специалистами и добиться того «общего среднего уровня знаний», который соответствует развитому обществу

[41]. «Социальная система устанавливается теми отношениями, регулирование которых является задачей общественных сил» и «Каждое социальное действие направлено на регулирование определенных связей, будь то внутренние связи по отношению к управляемой системе или ее внешние связи, т. е. связи между данной системой и другими системами» [42]. Знания и информация составляют суть связи, играют существенную роль в социальной деятельности и, следовательно, в регулировании человеческих сообществ. Виккерс идет дальше Боулдинга в описании трудностей, связанных с таким регулированием. Он определяет пять условий, соблюдение которых делает регулирование возможным:

1. Знание регулятором «переменных, характеризующих те отношения, которые подлежат регулированию» и наличие у него возможности предвидеть изменение этих переменных во времени.

2. Способность «сохранять достаточное постоянство различных норм и приоритетов для того, чтобы действия регулятора были согласованы с поведением системы».

3. Либо должны быть предусмотрены специальные средства, либо сам регулятор должен быть способен формировать воздействия на систему эффективным путем, а не просто случайным выбором этих воздействий.

4. Регулятор должен иметь возможность влиять на свои действия во время выполнения первого и второго условий.

5. Регулятор должен быть способен к самокоррекции и самообучению [43].

Становится очевидным, что выполнение или невыполнение данных условий зависит не столько от технологической стороны дела, сколько от эффективности человеческой связи.

Связь между регулятором и регулируемым объектом необходима для установления соглашений о принятых нормах, ограничениях, приоритетах, влияющих на процесс регулирования. Виккерс отмечает, что в последние годы «содержание нашей социальной системы, т. е. совокупность отношений, которые мы стремимся регулировать, стремительно растет. Для управления в этих условиях требуется все возрастающий объем операций. Эти операции должны быть в гораздо более высокой степени, чем раньше, согласованы в течение длительных периодов времени» [44]. «Время релаксации», упоминаемое Биром [45], или время, необходимое системе для перехода в новое устойчивое состояние, становится сравнимым со средним временем между поступлениями в систему существенных для нее изменений. Таким образом, область устойчивости «уменьшается до отдельной точки» [46]. Виккерс надеется, что «изучение систем вообще» и «поиск принципов регулирования, общих для всех систем»

позволят улучшить взаимосвязь между органом управления и управляемым объектом в социальной системе.

В действительности социальная система может быть описана в динамических терминах, а процессы, происходящие в ней, внешне могут быть интерпретированы как непрерывный и тесно увязанный поток действий отдельных элементов системы. Согласно Истону, социальная система выглядит «как всеобъемлющий и вечный процесс преобразований» [47]. Социальная система находится под влиянием воздействий двух типов: изнутри общества и извне его. Вместе эти воздействия создают окружающую среду системы. Социальная система определяется как «взаимодействия, посредством которых в общество вводятся определенная система ценностей» и при помощи которых членов общества побуждают принять эту систему ценностей в качестве нормы поведения [48]. Жизнеспособность социальной системы можно понять при рассмотрении ее как открытой системы, которая реагирует на возмущения, внешние влияния, перегрузки, оставаясь при этом в устойчивом состоянии¹⁾.

В 1964 г. Янг составил обзор, посвященный влиянию ОТС на общественные науки. Этот обзор заслуживает внимания не только потому, что в нем «обсуждается влияние, которое оказывает ОТС на общественные науки, и приводятся рекомендации по использованию ОТС», но и потому, что он формирует взгляд на то, что такое теория вообще и как она может использоваться в науке.

Янг говорит о природе ОТС:

По существу основу теории составляет тесно связанная группа описательных, пояснительных и прогнозирующих концепций, с привлечением которых исследуется широкий класс систем и взаимодействий между системами и которые являются логической основой анализа поведения систем [49].

Относительно роли теорий, в частности ОТС, он пишет:

Теория как организует результаты уже изученных материальных объектов концептуально, так и фокусирует внимание на ... проблемах ..., которые только предстоит исследовать. Общая теория систем была сформирована на высоком уровне абстракции, так что она может быть приложена к многим дисциплинам и может выполнять функцию «конструкции» знаний (т. е. быть своеобразным «хранилищем» многих специальных теорий) [50].

Что касается значения ОТС, которая применима не только к общественным наукам, но и ко многим другим, то этому поводу Янг отмечает:

¹⁾ При анализе вопросов управления социальными системами автор абстрагируется от тех законов функционирования и развития, которые специфичны для определенного типа социальных систем, т. е. принадлежащих определенной социально-экономической формации. Эти законы сформулированы в марксистском учении об обществе. — *Прим. ред.*

... Функция стандартизации терминологии и внесения ясности в ... значения ... понятий ... способствует объединению интуиции и опыта в единое средство исследования.

... Эта функция проистекает из существующего в природе изоморфизма и является следствием разрушения ... барьеров ... между знаниями на разных системных уровнях, между различными дисциплинами, между разными типами систем. [Общая теория систем реализует «эвристический подход» при новой постановке старых проблем, при обнаружении и опознавании новых элементов в системах (при выполнении функции распознавания) и] ... при кодировании больших объемов данных и обеспечении достаточной емкости памяти для поиска вариантов проектов (кодирующая и классифицирующая функции) [50].

Наконец, ОТС может выполнять описательную, объяснительную и прогнозирующую функции не только в контексте теорий общественных наук, но и на практике, как это показал Янг в обзоре реальных исследовательских проектов. В будущем от ОТС можно ожидать создания теории открытых систем, объектом исследования которой будут проблемы развития классификации, динамики, адаптации и устойчивости живых организмов [51].

Общая теория систем и структура систем ¹⁾

Эволюция

Концепция эволюции в ОТС является продуктом двух первоначально противоположных течений мысли XIX в. Одним из них была теория происхождения видов Дарвина, другим — основы термодинамики [52].

Теория Дарвина акцентирует внимание на «постепенном развитии сложности и видоизменении в направлении развития ценных свойств». В соответствии же с принципами термодинамики «во Вселенной происходит регресс, а не развитие». Таким образом, эти две теории находились в очевидном противоречии. Действительное положение дел было прояснено с развитием термодинамики необратимых процессов лишь в XX в. Современная точка зрения состоит в том, что нет никакого противоречия между эволюцией, которая имеет тенденцию к развитию в направлении увеличения сложности, и энтропийными процессами, характеризующимися постепенным рассеянием и уменьшением степени организации. Объяснение этого кажущегося противоречия состоит в том, что «эволюция имеет место в открытых системах, имеющих вход и выход, в то время как законы термодинамики применимы лишь к замкнутым системам» [53].

Закон эволюции и второй закон термодинамики не противостоят друг другу. Такое заключение следует из того, что хотя

¹⁾ В работе над этим разделом принимал участие Райен мл. из Школы коммерции и управления при Калифорнийском университете (Сакраменто).

«диссипативные структуры» обычно распадаются на более простые компоненты, что сопровождается «...выделением энергии... при этом в результате случайного сочетания компонентов прежних структур могут возникнуть и структуры более сложные по сравнению с исходными». В определенных случаях статистически возможно (хотя и маловероятно), что совокупность компонентов распадающихся систем образует устойчивую систему более высокой степени сложности, чем прежняя. Для образования стабильной структуры должен существовать «поток энергии извне в область диссипации», должен работать механизм естественного отбора, а случайных изменений в устойчивом механизме энергетических потоков быть не должно. «Следовательно, Вселенная, которая теоретически является замкнутой системой, может иметь в целом тенденцию и к увеличению энтропии, и к равновесию. Во Вселенной при наличии подходящих энергетических условий могут образовываться инородные области. Однако это оказывает лишь локальное и временное влияние на общую тенденцию» [54].

Иберолл утверждает, что для «понимания процессов рождения, жизни и смерти систем, имеющих место в силу законов термодинамики», мы должны рассматривать упорядоченную систему «вещество — энергия — пространство — время» как *гигантский вероятностный игровой автомат*. На современной космологической фазе природных процессов тепловые процессы затухают. Однако космологическая система «вещество — пространство — время» не однородна. Могут встречаться локальные области, в которых будет существовать жизнь в ином масштабе времени, различны будут ее начала и концы. Галактики, звезды, солнечные системы, геофизические и геохимические процессы, *жизнь*, социальная организация — все эти формации есть во Вселенной. «Мы можем быть уверены, что такие области существуют и все время возникают вновь!» [55].

Имеется фундаментальное различие между изолированными и неизолированными системами, которое привело Берталанфи к формулированию его принципиально важного воззрения на природу жизни:

Главным свойством живого организма является его способность поддерживать себя в «организованном» состоянии на фоне постоянной тенденции к дезорганизации, вносимой вторым законом термодинамики... Эта способность неразрывно связана с тем фактом, что живой организм является открытой (неизолированной) системой [56].

Сложность и иерархия

Итак, мы убедились, что процесс эволюции есть не что иное, как процесс увеличения сложности. Неудивителен поэтому ин-

интерес ученых к феномену сложности. Две главы книги специально посвящены этой теме (гл. 13 и 14).

Сложность часто проявляется в форме иерархии, или иерархической системы. Иерархическая система образована взаимосвязанными подсистемами, каждая из которых в свою очередь иерархична по своей структуре и подлежит разбиению; процесс деления можно продолжать до тех пор, пока не будет достигнут уровень элементарных подсистем [57].

Бунге рассматривает девять значений понятия *уровень*, являющегося основным для концепции иерархии [58]. Термин «уровень» может означать: 1) степень вообще; 2) степень сложности; 3) степень глубины аналитического исследования, 4) возникновение организаций более высокого уровня по сравнению с имеющимся (концепция, используемая биологами и физиологами для выражения идеи превращения целостных образований более низкого уровня в элементы целостных образований более высокого уровня); 5) систему взаимосвязанных свойств, или переменных (*poistem*) [59]; 6) разряд; 7) слой; 8) основной слой; 9) уровень. Последнее определение равнозначно определению уровня как «градации упорядоченности, достигаемой не путем произвольного перебора, а путем реализации целенаправленной последовательности действий... Именно этот смысл лежит в основе понятия уровня организации» [60].

Иерархически организованная система имеет такое достоинство, как модульность построения, что позволяет строить более сложные организации из более простых как из элементов. Это качество называют «проявлением естественных свойств, позволяющих делить систему на сегменты»¹⁾ [61]. Другим свойством иерархических систем является их «приближенная декомпозируемость». Термин этот введен Саймоном для того, чтобы описать наблюдающийся факт, что «взаимодействия между подсистемами являются более слабыми, чем взаимодействия внутри подсистемы... Наличие этого свойства значительно упрощает не только собственное поведение систем, но и их описание с точки зрения исследования сложности» [62].

Кастлер специально выделяет под термином «*holos*» те функциональные блоки иерархии, которые обнаруживают двойственное поведение. «Они функционируют как целостные образования по отношению к нижестоящим блокам и как части вышестоящих блоков» [63]. Ласло описывает данный дуализм, говоря, что «они [блоки] являются целым по отношению к своим частям и частями по отношению к целым более высокого уровня» [64].

¹⁾ Сегменты содержат частичную информацию, которая теряется при расчленении системы на неделимые составные части.

Ласло также описывает, как осуществляется координация в природных иерархиях. Очевидна иерархическая структуризация на суборганическом, органическом и надорганическом уровнях:

Для человека социальные отношения имеют особую важность... Физиологически человек является целостным индивидуумом, в то время как с социологической точки зрения он лишь составная (возможно, слабо поддающаяся воздействию) часть целого. А поскольку человек наделен сознанием, то физиологически он и целое, и часть. Данный дуализм в случае неучета его как средства координации может привести к путанице и даже к бедствиям людей [65].

Важность этого дуализма для таких дисциплин, как психиатрия, становится очевидной, когда работающие в данной области обнаруживают, что возникают душевные и умственные расстройства, если «не поддерживается тот тип организации, который соответствует индивидууму и его привычному окружению». Психиатры начали применять системный подход при лечении клинических синдромов и в исследовательских программах. Во многих таких программах акценты смещаются от исследования собственно болезни к исследованию причин ее возникновения и процесса ее протекания в целом. Таким образом, вновь подтверждается плодотворность методологии общей теории систем [66].

Литературу по иерархическим структурам, вышедшую до 1969 г., можно классифицировать в соответствии с тем признаком, действительно ли автор обсуждает иерархические структуры, имеющиеся в природе, с точки зрения физики или биологии, или лишь иерархическую упорядоченность, созданную искусственно в силу случайных или субъективных факторов [67]. Среди трудов, авторы которых следуют первому направлению, следует упомянуть иерархию живых систем Миллера. Она явилась результатом биологических исследований автором структур и процессов; более подробно этот вопрос будет освещен в другом разделе данной главы. Что же касается искусственно созданных иерархий, то наши читатели в дальнейшем ознакомятся с иерархической организацией массивов в программном обеспечении ЭВМ. Мы также рассмотрим модульную иерархию, являющуюся принципом организации контейнерных грузовых перевозок, таксономии и схем классификации, при помощи которых знания в различных областях упорядочиваются для облегчения их усвоения [68]. Мы приведем ряд примеров таких форм иерархического упорядочения. В предыдущей главе уже приводилась классификация наук и систем, включающая систему упорядочения Боулдинга. Для Ласло иерархия — это общая матрица трех основных *системных подходов* (наука систем, технология систем, философия систем), которые включают семь главных типов систем (физикохимические, биологиче-

ские, органические, социологические, социокультурные, организационные и технические системы), три главных системных уровня (суборганический, органический и надорганический) и их связи с классическими естественнонаучными и философскими дисциплинами [69].

Акофф и Эмери конструируют иерархию систем, взяв в качестве исходной *пассивную функциональную* систему, обладающую лишь одним типом поведения в заданной среде. За этим типом систем следуют *пассивные многофункциональные* системы, *реактивные функциональные* системы, *реактивные многофункциональные* системы, *одноцелевые поисковые* системы, *многоцелевые поисковые* системы и на вершине иерархии — *целеустремленные* системы. Целеустремленные системы обладают устойчивостью данного выходного сигнала в различных средах и могут формировать функционально независимые выходные сигналы. Они выбирают и средства достижения цели, и моменты начала и окончания своих действий. Пример целеустремленной системы — человек [70].

Отдельные авторы уже использовали концепции сложности и иерархической организации при изучении социальных систем. Мак-Клеланд обсуждает качество сложности в обществе. Он исходит из тех воздействий, которые имели место вследствие того, что организационные преобразования сопровождали промышленно-революционные преобразования и войны — предприятия гигантского масштаба. Это вызвало разрушение традиционных небольших производственных объединений и привело к началу процессов урбанизации, индустриализации. Стандартизация функций приводит к специализации в работе. Специализация же устраняет необходимость в непрерывном обучении, которая, казалось бы, должна существовать ввиду резкого увеличения сложности производственных процессов [71].

«Сложность есть продукт имеющейся информации». Ученые в области общественных наук сталкиваются сейчас с весьма высоким уровнем социальной сложности. Каждая культура, будучи во многом своеобразной, исходит все же из некоторых общих принципов. В связи с этим сложность социальных явлений находится на вполне приемлемом уровне, не являясь чрезмерно высокой. Главная задача ученых здесь состоит в том, чтобы научиться управлять сложностью при помощи научных методов, а не на основе общего здравого смысла [71].

Иерархичность является лишь одной из четырех инвариантных сущностей, определенных Ласло, где инвариантные сущности — это «динамические открытые системы, которые сами себя поддерживают путем рассеивания организованной энергии и использования сил, освобождающихся при этом, для того, чтобы противодействовать статистическим тенденциям к рассеянию

энергии в физической Вселенной» [72]. Основные три инвариантные сущности — это порядок и непревращаемость в иное состояние, самостабилизация и самоорганизация. Мы предлагаем читателю обратиться к оригиналу, чтобы по достоинству оценить пронизательность Ласло при введении такой дифференциации. Здесь мы не будем подробно рассматривать этот вопрос.

Иерархичность также принимает форму роста [73—75] и социального расслоения (стратификации) [79]. Иерархические структуры могут быть как синтезированы, или агрегированы, так и декомпозированы, или дезагрегированы [76]. Автор считает, что социально-технические системы характеризуются различными типами сложности, такими, как объективно-концептуальная сложность, сложность окружения и организационная сложность. Эти понятия приводят к общесистемному взгляду на совокупную сложность систем [77]. Основания для этого более детально объясняются в гл. 14. Упомянем также работу [78], в которой описано еще несколько подходов к исследованию сложности систем.

Социальная стратификация и технология

Законы эволюции, в соответствии с которыми возрастает сложность, и законы термодинамики, действие которых приводит к все большему распаду и упрощению, находят применение при рассмотрении социальной стратификации [79]. «Сообщества стремятся избежать воздействия второго закона термодинамики и обнаруживают ... порой самые невероятные состояния организации, которые вызываются *технологией*, т. е. организованным путем перенесения упорядоченности из окружающей среды в сообщество. Таким образом, сообщество получает информацию, или негэнтропию. В более общих терминах технология есть способ отображения системы на ее окружающую среду» [80]. Янг постулирует три основных типа технологий преобразований, требуемых для того, чтобы такое отображение имело место:

1. Экономические технологии, которые для индивидуумов имеют вид психологических и биологических систем. Эти технологии порождают упорядоченность в человеческом сообществе отдельных индивидуумов.

2. Социализированные технологии, при помощи которых индивидуумы отображаются как личности и которые обуславливают порядок в «системах свободной воли».

3. Технологии социального управления (т. е. социальная психология или политическая социология), при помощи которых личности отображаются в социальных системах как действующие лица, вносящие порядок в такие системы [81].

Итак, современный системный подход дает «эмпирическое объяснение для случая необратимых термодинамических процессов, происходящих на уровне социальных систем», допускающих сложную стратификацию. Этот подход объясняет природу таких «параметров системы, как власть, общественный статус, наличие классов», которые следует считать «функционально взаимозависимыми компонентами кибернетической системы, переводящей упорядоченность в экономической сфере в упорядоченность в иных социальных структурах сложного общества» [82].

Адаптация и равновесие

Реакцией системы на изменения во внешней среде может быть как кратковременная адаптация к этим изменениям, так и долговременная эволюция системы, к которой эта адаптация может привести. Таким образом, изучение моделей адаптивного поведения проливает свет на структуру эволюционного процесса.

Адаптация системы считается структурной, «если любая модификация структуры или структурных свойств системы не влечет за собой изменения функциональных свойств системы» [83]. Если же это условие не соблюдается, то говорят о функциональной адаптации. «Система, включающая объект и внешнюю среду ... адаптируется к внешним возмущениям». Известны четыре различные структурные модели адаптации: внешняя адаптация (стимулы возникают в окружающей среде); внутренняя адаптация (возмущения локализованы в объекте); дарвиновская адаптация (система реагирует на изменения путем модификации объекта) и адаптация по Зингеру (система реагирует на изменения путем модификации своего окружения) [84].

Грей выделяет три типа равновесия, в которые приходит система по окончании реакции на возмущения:

- Энтропийное равновесие; в это состояние система приходит за счет разрушения структуры.

- Гомеостатическое равновесие, когда структура сохраняется, несмотря на имеющиеся возмущения.

- Морфогенетическое равновесие, при котором возмущения подавляются с помощью внутренней перестройки структуры и нового роста. Термин «морфогенетичность» взят потому, что такой тип равновесия свойствен человеку, общественным институтам, да и собственно жизни [85].

В статье [86] рассматриваются понятие равновесия и логические аспекты вышеприведенных состояний равновесия, а в работе [87] исследуются эмпирические факторы стабильности.

Живые системы Миллера

Большинство описанных выше процессов, связанных с функционированием организмов, объясняются в рамках теории живых систем Миллера.

В своих работах, первая из которых вышла в 1965 г., Миллер отразил иерархию живых систем [88]. Общая теория живых систем оперирует семью уровнями живых систем, которыми являются клетка, орган, организм, группа, организация, общество, межнациональная система. Системы каждого уровня имеют компоненты из нижележащего уровня и, как и во всех правильно организованных иерархиях, сами являются компонентами систем более высокого уровня. Организмы, например, состоят из органов, и в свою очередь служат компонентами для групп и т. д.

«В целях продолжения жизненного процесса системы на всех уровнях перерабатывают вещество, энергию и информацию. Вследствие общности эволюционного происхождения живых систем и общности их физических потребностей фундаментальные процессы, свойственные различным системам, во многом схожи». Миллер выделяет 19 таких процессов, «каждый из которых отражает хотя бы одну функцию, важную для существования индивидуума и (или) вида в целом. ... Каждый тип системы должен либо сам иметь структурные компоненты — подсистемы, либо быть связанным с другими живыми системами с такими же структурными компонентами. Однако для того, чтобы быть живой системой, система, помимо структурных компонентов, должна иметь в своем составе элемент, принимающий решения» [89].

Вещество определяют как «нечто, имеющее массу (M) и занимающее физический объем», *энергию* (E) — как «способность производить работу». Термин *информация* (H) используется в техническом смысле теории информации как «степени свободы, которые существуют в данной ситуации для реализации процедуры выбора среди имеющихся сигналов, символов, сообщений и их наборов, предназначенных для передачи по каналу связи» [90]. Чтобы проследить дальнейшее развитие понятия информации, читателю следует вернуться назад, к разделу, посвященному энтропии, неопределенности и информации, в гл. 2, а также к гл. 18, посвященной управлению.

Существует три типа подсистем, которые считаются принципиально важными для жизненного процесса.

1. Подсистемы, перерабатывающие как материально-энергетическую субстанцию, так и информацию:

- 1.1. Повторитель.
- 1.2. Ограничитель.

2. Подсистемы, перерабатывающие лишь материально-энергетическую субстанцию:

- | | |
|-----------------------|--|
| 2.1. Поглотитель. | 2.5. Накопитель вещества и энергии. |
| 2.2. Распределитель. | 2.6. Эжектор. |
| 2.3. Преобразователь. | 2.7. Двигатель. |
| 2.4. Генератор. | 2.8. Вспомогательные и резервирующие подсистемы. |

3. Подсистемы, перерабатывающие лишь информацию:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 3.1. Входной преобразователь. | 3.6. Память. |
| 3.2. Внутренний преобразователь. | 3.7. Блок принятия решений. |
| 3.3. Канал и сеть. | 3.8. Кодировующее устройство. |
| 3.4. Дешифратор. | 3.9. Выходной преобразователь [91]. |
| 3.5. Распознаватель. | |

Согласно Миллеру,

Такая классификация подсистем живых систем использует понятия термодинамики, теории информации, кибернетики и системотехники, а также классические понятия, соответствующие каждому уровню иерархии живых систем. Целью классификации является описание живых структур и процессов в терминах входа и выхода, потоков через систему, установившихся состояний и обратных связей. Такое описание позволяет сделать более понятными отдельные факты и объединить их в некоторую теоретическую систему. Подход этот порождает как гипотезы, относящиеся к отдельным индивидуумам, отдельным типам, отдельным уровням живых систем, так и гипотезы, относящиеся ко всем индивидуумам, типам и уровням. Эти гипотезы могут быть подтверждены, опровергнуты или оценены путем экспериментальной проверки и получения иных эмпирических доказательств [92].

По нашему мнению, теория Миллера поистине является одним из немногих примеров теорий, которые могут быть отнесены к общей теории систем. Действительно, «хотя очевидно, что каждая живая система и каждый ее уровень уникальны», Миллер обнаружил, «что они имеют сходства высокой степени общности, свойственные всем уровням живых систем».

«Эти признаки в принципе могут быть оценены количественно путем анализа данных, имеющихся на двух или более уровнях живой системы, на основе ее общей модели» [93, 94].

Модели Миллера применялись при исследовании систем уровня городских сообществ. Для анализа структуры таких сообществ и процессов, происходящих в них, использовался системный подход; на базе 19 подсистем, о которых упоминалось выше, строили более сложные системы. Автор считает, что достоинства такого подхода состоят в следующем.

Сообщество и его части описываются на одном общем языке. Может быть получен исчерпывающий список компонентов

такой системы, причем в списке отражаются и их взаимосвязи, а не только констатируется наличие данного компонента.

Подход показывает пути улучшения определенных процессов, происходящих в системе, и, таким образом, позволяет рассмотреть и оценить все процессы в целом, а не исследовать по частям [95].

Публикации по общей теории систем

В литературе, помещенной в конце 2-й книги, указано несколько периодических изданий, выходивших на различных этапах развития ОТС и представляющих разные течения в данной области знания. Ежегодник «Общие системы», выпускаемый Обществом исследований в области общей теории систем, начал свое существование в 1956 г. Цель его издания — популяризация идей ОТС среди широкой аудитории. Приведенные в списке названия журналов никоим образом не исчерпывают перечня публикаций, заслуживающих внимания читателя, интересующегося данным предметом. Интересно, однако, проследить эволюцию идей, связанных с развитием ОТС, по содержанию изданных томов «Общих систем».

Важно отметить, что статьи, опубликованные в ранних томах, и сейчас не устарели. И в этом заслуга не только их авторов. Системным исследованиям придается все большее значение, ими занимается все больше ученых, с каждым днем открываются новые области для исследований. Немало усилий было затрачено на то, чтобы решить, какой принцип должен быть положен в основу организации материала ежегодника: следует исходить из метода или из предмета исследования.

С философской точки зрения, лежащей в основе ОТС, решение должно быть принято в пользу метода, так как уже по определению ОТС предполагает применение эффективных методов в различных областях исследований. Однако это всего лишь идеал, к которому следует стремиться. Научные исследования ведутся и, вероятно, будут проводиться именно узкими специалистами. Последние, за исключением математиков, в силу необходимости ориентированы на некоторую область — предмет исследований, а не на метод [96].

К 1957 г. редакторами «Общих систем» было подмечено, что «интересы читателя простираются от вопросов, включающих математический дедуктивный аппарат, до вопросов, граничащих с чисто философскими рассуждениями». «Общая теория систем имеет различный смысл для разных людей. Одна из целей Общества исследований в области общей теории систем состоит в объединении (или увязывании) различных точек зрения». Редакторы прямо признают, что «никаких стандартов профессиональной компетентности в данной области еще

не установлено... Действительно, ведь и области-то еще нет, по этому поводу только идет дискуссия» [97]. Таким образом, «основываясь на духе взаимной терпимости и ради торжества объективных знаний, к публикации принимаются статьи даже диаметрально противоположной ориентации». С одной стороны, ежегодники включают статьи, написанные математическим языком. В них система определяется своими математическими свойствами: «акцент делается на исследование поведения больших коллективов людей, когда естественно предположить, что полностью проявляются статистические законы». С другой стороны, ежегодники содержат статьи, отражающие взгляды бихевиористов: «выделение некоторых „явных элементарных поведенческих компонентов“, из которых может быть построена бихевиористская система, допускающая строгое изучение, подобное изучению материальной системы физиками». Наконец, в ряде статей освещены «идеи, связанные с общесистемным подходом, главная цель которых состоит в ...переводе системы понятий с языка одной дисциплины на язык другой» [98].

В 1962 г. Берталанфи, один из двух постоянных редакторов ежегодника «Общие системы» (другим является Рапопорт), предложил написать критический обзор достижений ОТС. Результаты комплексных исследований, проведенных к тому времени, подтвердили его правоту относительно того, что понятие системы станет центральным для современной научной мысли [99]. Несомненно, что Берталанфи заслужил титул «отца» ОТС.

На страницах издания «Общие системы» находит отражение также проблематика научного познания социальных процессов. Постоянно подчеркивается мысль, что ученый, работающий в области общественных наук, не может оставаться в стороне от участия в практическом использовании своих рекомендаций. Системное исследование не может быть нейтральным, и деятельность Общества исследований в области общей теории систем, «интересы которого направлены на совершенствование межнаучных связей и достижение единства наук, жизненно зависит от связи между наукой и обществом... Участие в работе Общества предполагает проведение исследований в одном из трех главных научных направлений: физике, биологии, социологии...» [100].

«Проблемы ценностей стали чрезвычайно важны, поскольку системы ценностей, формировавшиеся в течение долгого времени, зачастую подвергаются сомнению» [101]. К тому же обыватели, которых, к сожалению, так много среди рядовых потребителей, выработали свое собственное сознание, которым не

безуспешно руководствуются в жизни. Жизнь человека слишком коротка для того, чтобы определить, действительно ли наши времена отличаются от прошлых времен и действительно ли конфликты ценностей сегодня более ярко выражены, чем раньше. Независимо от правоты той или другой стороны на страницах ежегодника «Общие системы» находит отражение возросший интерес к вопросу о системе ценностей. По замечанию Рапопорта, наша эпоха, возможно, действительно специфична: «Для нее характерна перспектива двух возможностей, достойных того, чтобы называться финалом» [102].

1. Одна из них — это перспектива полного уничтожения человеческого общества в результате применения современного оружия [102].

2. Другой возможный путь развития — это творческое использование достижений технологии, повышение скорости обработки информации, достижение практической «мгновенности» связи, причем этот прогресс осуществляется именно ради жизни человека [103].

В пользу ОТС и ученых, работающих в этой области, говорит то, что ОТС вносит свой позитивный вклад в решение этих важнейших вопросов. Данная книга стремится донести до читателя именно эти идеи. Итак, вопрос ясен: либо уничтожение, либо развитие; и то, по какому пути пойдет мир, зависит от правильного и разумного применения результатов научных исследований. Причем важно, чтобы разумность понималась как использование имеющихся средств для достижения целей, лежащих именно в основе человеческого общества, а не являющихся конъюнктурными и преходящими¹⁾. На локальном уровне также существуют подобные дилеммы, ожидающие разрешения. Наука должна, следовательно, оценивать себя со следующих позиций: к чему следует стремиться и что для этого имеется? Вопрос ценности уже вошел в мир науки [104].

Тенденции развития ОТС

В настоящее время ОТС развивается по нескольким направлениям.

Первое из них — это *теория жестких систем*. Такое название отражает влияние физико-математических наук. Теория жестких систем, как и науки, давшие ей начало, требует строгих количественных построений. Основой последних являются дедуктивный метод и точно определенные правила дей-

¹⁾ В данной трактовке разумного не учитываются различия социально-политических критериев и общественных идеалов в современном мире.—Прим ред.

ствий и доказательств. В ряде разделов экономической теории реализован такой подход. Теория жестких систем позволяет получить хорошие описательные модели Вселенной. Однако количественные модели, создаваемые в рамках этой теории, весьма бедны по своему содержанию: «Понимание системы... еще не дает возможности управлять ею... Тем не менее такое понимание может раскрыть причины, по которым производить управление невозможно, но это само по себе ценное знание» [105].

Другое направление — это *теория мягких систем*. В рамках данного направления система рассматривается как «часть мироздания, воспринимаемая как единое целое, которая способна сохранять свою сущность, несмотря на изменения, происходящие в ней» [105]. Мягкие системы могут адаптироваться к условиям внешней среды, сохраняя при этом свои характерные особенности, несмотря на влияние внешних условий. Солнечная система, исток реки, семья, пчелиный улей, город, нация, фирма — все это системы, составляющие элементы которых подвергаются постоянным изменениям, а, возможно, даже, что изменяется и внешняя форма организации. Системы, определяемые как мягкие, имеют структуру, реагируют на свое внешнее окружение и, подвергаясь долговременным изменениям, сохраняют свою внутреннюю сущность и способность к развитию.

Соотношение между теориями жестких и мягких систем показано на рис. 2.1, иллюстрирующем классификацию наук и систем. Как можно видеть, создание наук о живой природе основано на двух подходах: связи между научной и системной парадигмами (см. гл. 1 и 2) и развитии методологии систем в направлении мягких систем.

Наконец, существует, третье направление, проистекающее непосредственно из ОТС. Это направление находится сейчас лишь на ранней стадии своего развития. По всей вероятности, по мере своего развития и интенсификации исследований именно данное направление приведет к необходимости переработки многих разделов настоящей книги. Мы упоминаем об этом для того, чтобы читатели знали о существовании такого направления, а также чтобы показать постоянство развития научных идей.

Самоорганизация — это новая развивающаяся парадигма исследования, которая связана с целостными аспектами систем. Она, вероятно, является революционирующим подходом для ОТС. Самоорганизующиеся системы — это «самовосстанавливающиеся системы, в которых результатом является сама система». «В противоположность этому система, формирующаяся под действием внешних по отношению к ней сил (несамоорганизующаяся система), порождает в результате своего развития систему, отличающуюся от исходной». Среди последних систем

мы можем найти механизмы и приспособления, созданные человеком. С другой стороны, все живые системы являются самоорганизующимися. Не вдаваясь в подробные объяснения их свойств, интересно отметить, что самоорганизующиеся системы, постоянно самообновляясь посредством обмена вещества и энергии с внешней средой, являются закрытыми системами по отношению к своей организации. Это означает, что они поддерживают неизменность своей внутренней организации, допуская тем не менее временные и пространственные изменения своей структуры. Более того, их поведение нельзя объяснить путем инвертирования входа и выхода. Для того чтобы понять поведение этих систем, и разрабатывается новая парадигма исследования. Эта парадигма, несомненно, в ближайшие годы окажет значительное воздействие на те принципы, которые здесь описаны [106].

Независимо от того, обращаемся мы к теории жестких или мягких систем, неизбежно возникает вопрос: должна ли общая теория систем быть чисто формальной или она может иметь эмпирический фундамент?

Саймон приводил доводы в пользу того, что излишнее увлечение формализацией ведет к «логически бессодержательному универсальному понятию системы, которое заключается в установлении бесполезного в силу чрезмерной общности изоморфизма». Ясно, однако, и то, что ОТС сможет сохранить свои эмпирические концептуальные схемы, лишь допуская подходы, близкие к научному эмпиризму [107]. Мы склонны согласиться с этим¹⁾. Общей теории систем не следует быть лишь «метафизической структурой, имеющей незначительное реальное содержание или пользу» [107]. Теории должны проверяться практикой.

Учет этических аспектов также необходим при рассмотрении эмпирических и прикладных вопросов. Разработчики конкретной системы должны учитывать возможные последствия создания этой системы. Они должны оценить воздействия изменений, приносимых системой, на настоящее и будущее как самих

¹⁾ Всеобщность понятий и принципов ОТС не мешает ей быть богатой по содержанию и эмпирически проверяемой. Дело в том, что следует различать два типа общих понятий, два уровня их развития. Аналитические, или абстрактно-общие, понятия отвлечены от всех своих разновидностей, и поэтому они подчиняются формально-логическому закону обратного отношения между объектом и содержанием понятий (чем больше общность понятия, тем оно беднее по содержанию). Синтетические, или конкретно-общие, понятия включают в себя разновидности общих понятий, т. е. отношения подчинения и соподчинения понятий; такие конкретно-общие понятия представляют собой разветвленные деревья (графы) понятий. Поэтому закон обратного отношения между содержанием и объектом понятий не имеет силы. Понятие симметрии — пример конкретно-общего понятия. — *Прим. ред.*

систем, так и их пользователей. Результатом недостаточного учета этических аспектов является то, что мы не можем понять, какое же влияние оказывают изменения, вносимые нашими собственными проектами. Мы создаем пестициды для уничтожения определенных вредителей, но часто не можем понять и учесть влияния их на экологическое равновесие, существующее в природе. Некоторые из недавно созданных пестицидов действуют как сильные яды, пагубно воздействуя на полезные виды фауны. Короче говоря, мы передвигаем горы и изменяем русла рек, переводим леса на древесину — и все эти действия принимаем без учета их долговременного влияния на климат и экологию. Для того чтобы быть жизнеспособной наукой, ОТС должна основываться на определенных этических принципах. Этика систем связана с той системой ценностей, которая движет разработчиком систем, и зависит от того, как эти ценности согласуются с ценностями пользователя или потребителя. Данный аспект постоянно связан с проблемой достижения единого и приемлемого для всех взгляда на практическое использование систем. Эти вопросы подробно обсуждаются в главах, посвященных этическим аспектам проектирования систем (гл. 7), реализации (гл. 15), достижению согласия (гл. 16) и экспертам, экспертизе и диагностированию (гл. 17).

ЛИТЕРАТУРА

1. Von Bertalanffy L., General Systems Theory, *General Systems*, 1, 2 (1956).
2. Von Bertalanffy L., The History and Status of General Systems Theory, in J. Klir (ed.), *Trends in General Systems Theory*, Wiley, New York, 1972, p. 21.
3. Phillips D. C., Systems Theory — A Discredited Philosophy, *Abacus*, 3—15 (September 1969).
4. Полный список работ Берталяни приведен в *General Systems*, 17, 219—228 (1972).
5. Buckley W. (ed.), Introduction to Part II, Modern Systems Research for the Behavioral Scientist, Aldine, Chicago, 1968, p. 37.
6. Von Bertalanffy L., General Systems Theory, см. п. 1.
7. Ashby W. R., General Systems Theory as a New Discipline, *General Systems*, 3, 1 (1958).
8. Laszlo E., The Systems View of the World, Braziller, N. Y., 1972, pp. 19—20.
9. Von Bertalanffy L., General Systems Theory, см. п. 1. Значения таких терминов, как изоморфизм, открытые системы, энтропия, неорганизованная и организованная сложность, а также описание путей достижения единства науки приводятся в предыдущей главе.
10. Boulding K., General Systems Theory — The Skeleton of Science, *General Systems*, 1, 11—17 (1956).
11. Rapoport A., Mathematical Aspects of General Systems Analysis, *General Systems*, 11, 3, (1966).
12. Предисловие редакторов, *General Systems*, 7, V (1962).
13. Там же, с. 13.

14. Ashby R. W., General Systems Theory as a New Discipline, *General Systems*, 3, 1—6 (1958).
15. Whitacker R. H., A Consideration of Climax Theory: The Climax as a Population and Pattern, *Ecol. Monographs*, 23, 41 (1953); Krech D., Dynamic Systems as Open Neurological Systems, *General Systems*, 1, 144—154 (1956); Bentley A. F., Kenetic Inquiry, *Science*, 112, 775 (1950).
16. Von Neumann J., The General and Logical Theory of Automata, in L. A. Jeffress (ed.), *Cerebral Mechanisms in Behavior: The Hixon Symposium*, Wiley, N. Y.
17. Shannon C. E., Weaver W., *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press, Urbana, 1949.
18. Wiener N., *Cybernetics*, Wilie, N. Y., 1948. [Имеется перевод: Вииер Н. Кибернетика, или управление и связь в животиом и машине. — М.: Сов. радио, 1958]. The Human Use of Human Beings (2nd ed.), Doubleday, N. Y., 1954.
19. Ashby R. W., *Introduction to Cybernetics*, Chapman and Hall, London, 1956. [Имеется перевод: Эшби У. Введение в кибернетику. — М.: ИЛ, 1959.] Ashby W. R., *Design for a Brain*, Chapman and Hall, London, 1954.
20. Koehler W., Closed and Open Systems, см. гл. 8 в книге этого автора *The Place of Values in the World of Fact*, Liveright, N. Y., 1938.
21. Redfield R. (ed.), *Levels of Integration in Biological and Social Systems*, Jacques Catell Press, Lancaster, Pa.
22. Singer E. A., Mechanism, Vitalism, Naturalism, *Philosophy of Science*, 13, 81—99 (1946).
23. Sommerhoff G., *Analitical Biology*, Oxford University Press, London, 1950.
24. Emery F. E. (ed.), *Systems Thinking*, Penguin, Middlesex, England, 1965, p. 57.
25. См. п. 5.
26. Ashby W. R., Principles of the Self-Organizing System, in H. von Foerster, G. W. Zopf (eds.), *Principles of Self-Organization*, Pergamon Press, N. Y., 1962, pp. 255—278.
27. Laszlo E., The Meaning and Significance of General System Theory, *Behavioral Science*, 20, 1, 17 (January 1975).
28. Там же, с. 17.
29. Von Bertalanffy L., *General System Theory: Essays on its Foundations and Development* (rev ed.), Braziller, N. Y., 1969.
30. Rapoport A., Mathematical Aspects of General Systems Analysis, *General Systems*, 11, 3 (1966).
31. Там же, с. 9.
32. Beer S., *Brain of the Firm*, Herder and Herder, N. Y., 1972, pp. 75, 306.
33. Там же, гл. 5. Графическую иллюстрацию того, в каком виде может существовать метаязык, читатель найдет в книге Beer S., *Platform for Change*, Wiley, N. Y., 1975, где показаны пути использования метаязыка для наделения метасистемы логической способностью по объяснению и планированию иновведений.
34. См. п. 30, с. 7.
35. Предисловие редакторов, *General Systems*, 11, V (1966).
36. Rashevsky N., Topology and Life: In Search of General Mathematical Principles in Biology and Sociology, *General Systems*, 1, 123—138 (1956); Rosen R., A Representation of Biological Systems from the Standpoint of the Theory of Categories, *General Systems*, 5, 29—43 and 45—56 (1960).
37. Watt K. E., Mathematical Models for Use in Insect Pest Control, *Canadian Entomologist*, Supp. 19, Accompanies, 93 (1961), and The Effect of Population Densicy on the Fecundity in Insects, *Canadian Entomologist*, 92, 9 (September 1960).
38. Сведения по теории размытых множеств представлеы в гл. 9 и 17 книги, а также в работах Bellman R., Zadeh L., *Decision-Making in a Fuzzy*

- Environment, *Management Science*, 17, 4, B-141—B-164 (1970); Zahedi L. A., Quantitative Fuzzy Semantics, *Information Sciences*, 3, 159—176 (1971); Bellman R., Giertz M., On the Analytic Formalism of the Theory of Fuzzy Sets, *Information Sciences*, 5, 149—156 (1973); Blin J. M., Fuzzy Sets and Social Choice, *Journal of Cybernetics*, 28—36 (1974); Shinichi Tamura, Seikaku Higuchi, Tanaka K., Pattern Classification Based on Fuzzy Relations, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, SMC-1, 1, 61—66 (January 1971); Panel on Fuzzy Sets and Approximate Reasoning, Proceedings of the 1977 Annual Conference, Society for General Systems Research, Denver, February 1977; Van Gigh J. P., Pipino L. L., Fuzzy Sets Theory and Decision Making in the Inexact Sciences, там же.
39. Boulding K. E., Political Implications of General Systems Research, *General Systems*, 6, 1—7 (1961).
 40. Laszlo E., The Meaning and Significance of General Systems Theory, *Behavioral Science*, 20, 1, 17 (January 1975).
 41. См. п. 39.
 42. Vickers G., The Regulation of Political Systems, *General Systems*, 12, 59—67 (1967).
 43. Там же, с. 61—62.
 44. Там же, с. 60, см. также раздел гл. 18, где вводится понятие «системы понимания индивидуума» Виккерса в приложении к регулированию в социальных системах.
 45. Beer S., Platform for Change, Wiley, N. Y., 1975, p. 427; см. также гл. 18 данной книги.
 46. См. п. 42, с. 61.
 47. Easton D., A Systems Analysis of Political Life, Wiley, N. Y., 1965.
 48. Там же, с. 182.
 49. Young O. R., The Impact of General Systems Theory on Political Science, *General Systems*, 9, 239—253 (1964).
 50. Там же, с. 241—242.
 51. Там же, с. 250—253.
 52. Laszlo E., A General Systems View of Evolution and Invariance, *General Systems*, 19, 37 (1974).
 53. Там же, с. 38.
 54. Там же, с. 38.
 55. Iberall A. S., On the General Dynamics of Systems, *General Systems*, 15, 12—13 (1970); см. также статью Platt J., Hierarchical Restructuring, *General Systems*, 15, 49—59 (1970), в которой употребляется понятие «иерархических скачков» как средства самостабилизации непрерывных систем, подверженных воздействию кратковременных возмущений.
 56. Rapoport A., Mathematical Aspects of General Systems Analysis, *General Systems*, 11, 7 (1966).
 57. Simon H., The Architecture of Complexity, *Proc. American Philosophical Society*, 106 (1962), pp. 467—482; Simon H., *General Systems*, 10, 63—76 (1965). Wilson D., Forms of Hierarchy: A Selected Bibliography, *General Systems*, 14, 3—15 (1969).
 58. Bunge M., Levels, The Myth of Simplicity, Problems of Scientific Philosophy, Prentice-Hall, 1963, pp. 36—48.
 59. Bunge M., Levels: A Semantic Preliminary, *Rev. of Metaphysics*, 13, 3, 400—401 (1960).
 60. См. п. 58 (ch. 3.).
 61. Van Court Hare, Jr., Systems Analysis: A Diagnostic Approach, Harcourt, Brace, Jovanovich, N. Y., 1967, p. 267.
 62. Simon H., см. п. 57, с. 3.
 63. Koestler A., The Ghost in the Machine, Macmillan, N. Y., 1967, pp. 384.
 64. См. п. 8, с. 67.
 65. Там же, с. 72.

66. Grinker R. R., Sr., In Memory of Ludwig von Bertalanffy's Contribution to Psychiatry, *General Systems*, 19, 51—57 (1974). См также Finch J. R., A Further Extension of General Systems Theory for Psychiatry, *General Systems*, 12, 103—105 (1967); Gray W., Emotional Cognitive Structures: A General Systems Theory of Personality, and Multiple Therapist Therapy: A Preliminary Report, *General Systems*, 18, 167—173 and 175—176 (1973); Gray W., Current Issues in General Systems Theory and Psychiatry, *General Systems*, 19, 97—100 (1974).
67. Wilson D., Forms of Hierarchy: A Selected Bibliography, *General Systems*, 14, 5—12 (1969).
68. Там же.
69. Laszlo E., The Meaning and Significance of General Systems Theory, *Behavioral Science*, 20, 1, 9—24 (January 1975).
70. Ackoff R. L., Emery F. E., On Ideal-Seeking Systems, *General Systems*, 17, 17—24 (1972).
71. McClelland C. A., The Scientific Revolution and the Social Sciences, *General Systems*, 6, 9—14 (1961).
72. Laszlo E., A General Systems View of Evolution and Invariance, *General Systems*, 19, 37—43 (1974).
73. Von Bertalanffy L., General System Theory, *General Systems*, 1, 1—10 (1956).
74. Boulding K., General System Theory — The Skeleton of Science, *General Systems*, 1, 11—17 (1956).
75. Milsum J. H., Technosphere, Biosphere and Sociosphere: An Approach to their Systems and Optimization, *General Systems*, 13, 37—48 (1968).
76. Waller R. J., The Synthesis of Hierarchical Structures: Technique and Applications, *Decision Sciences*, 7, 4, 659—674 (1976) and 8, 1, 344 (1977); Krajewsky L. J., Ritzman L. P., Disaggregation in Manufacturing and Service Organizations: Survey of Problems and Research, *Decision Sciences*, 8, 1, 1—18 (1977).
77. Van Gigh J. P., A General Systems Theory Model of Production Systems, Proceeding of the Sixth Annual Meeting of the Far West Region, Society for General Systems Research, San Jose, Calif., October 1975; Van Gigh J. P., The Physical and Mental Load Components of Objective Complexity in Production Systems, *Behavioral Science*, 21, 6 (November 1976).
78. *International Journal of General Systems*, Special Issue, System Complexity, 3, 4, 195—271 (1977).
79. Young T. R., Social Stratification and Modern Systems Theory, *General Systems*, 14, 113—117 (1969); Platt J., Hierarchical Restructuring, *General Systems*, 15, 49—54 (1970).
80. См. п. 49, с. 113—117.
81. Там же, с. 114.
82. Там же, с. 117.
83. Sagasti F., A Conceptual and Taxonomic Framework for the Analysis of Adaptive Behavior, *General Systems*, 15, 153 (1970).
84. Там же, с. 154—155.
85. Gray W., Current Issues in General Systems Theory and Psychiatry, *General Systems*, 19, 97—100 (1974). Webster's Seventh New Collegiate Dictionary (1967, п. 85) определяет морфогенез в терминах биогенеза, где текущее состояние зависит от предыстории, и как тенденцию к повторяемости стадий развития вида в целом при нарушении этой тенденции у отдельных индивидумов.
86. Cowan T. A., On the Very General Character of Equilibrium States, *General Systems*, 8, 125—128 (1963).
87. Makridakis S., Weintraub E. R., On the Synthesis of General Systems, Part I: The Probability of Stability; Part II: Optimal System Size, *Gene-*

- ral Systems*, 16, 43—54 (1971); Makridakus S., Faucheux C., Stability Properties of General Systems, *General Systems*, 18, 3—12 (1973).
88. Miller J. G., The Nature of Living Systems, *Behavioral Science*, 20, 6, 345—365 (November 1975) and 21, 5, 295—468 (September 1976). Читатель может также обратиться к ранним работам этого автора, например *Behavioral Science* (July and October 1965, July 1971 and January 1972).
89. Vandervelde K. J., Miller J. L., The Urban Grant University Concept: Systems Analysis, *Behavioral Science*, 20, 5, 273—295 (September 1975).
90. См. п. 88, с. 346.
91. Определение функций каждой подсистемы см. п. 88, с. 355—356.
92. См. п. 88, с. 361.
93. Там же, с. 343.
94. Miller J. G., Second Annual Ludwig von Bertalanffy, Memorial Lecture, in Systems Thinking and the Quality of Life, Proceedings of the 1975 Annual North American Meeting of the Society for General Systems Research, N. Y., January 1975, pp. 8—16.
95. См. п. 89, с. 276—277.
96. Предисловие редакторов, *General Systems*, 9, p. V (1964).
97. Предисловие редакторов, *General Systems*, 2 (1957).
98. Там же.
99. Von Bertalanffy L., General System Theory — A Critical Review, *General Systems*, 7, 1—20 (1962).
100. McClelland C. A., The Scientific Revolution and the Social Sciences, *General Systems*, 6, 9—14 (1961).
101. Предисловие редактора, *General Systems*, 9, p. VII (1974).
102. Там же, с. VII.
103. Laszlo E., A General Systems View of Evolution and Invariance, *General Systems*, 9, 37—43 (1964).
104. См. п. 101.
105. Rapoport A., Modern Systems Theory — An Outlook for Coping with Change, *General Systems*, 15, 15—25 (1970).
106. Zeleny M., Self-Organization of Living Systems: A Formal Model of Autopoiesis, *International Journal of General Systems*, 4, 1 (1977). См. также Maturana H., The Organization of the Living: A Theory of the Living Organization, *International Journal of Man-Machine Studies*, 7, 313—332 (1975); Varela F., Maturana H., Uribe R., Autopoiesis: The Organization of Living Systems, Its Characterization and a Model, *Bio-Systems*, 5, 187—196 (1974).
107. Simon T. W., Toward an Empiricist Systems Theory, *General Systems*, 20, 209—211 (1975). См. также Sutherland J. W., Axiological Predicates of Scientific Enterprises, Bunge M., Metaphysics and Science, Katsenelinboigen A. I., General Systems Theory and Axiology and Constructing the Potential of System, *General Systems*, 19, 3—13, 15—36 (1974).

ПРОЦЕСС ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Введение

Одна из целей данной книги состоит в том, чтобы «навести мост» между общей теорией систем, основные принципы которой были описаны в двух предыдущих главах, и ее приложениями к проблемам реального мира. Именно прикладные аспекты и были условно названы прикладной общей теорией систем. Выполнение этой задачи чревато трудностями методологического характера, которые проистекают из самого определения общей теории систем. Если эта теория действительно связана именно с понятиями *структуры* и *процесса*, а не с понятием субстанции, с *методом*, а не с содержанием, с *целью* и *функцией*, а не с причинами, то не приходится ожидать появления конкретных специальных приложений ОТС. Мы можем задать лишь направление развитию теории или метода. Частная проблема при этом может быть решена лишь в контексте общей теории, охватывающей все проблемы такого рода. Как отмечалось в предисловии, общность теории здесь состоит в определении функций, общих для процессов проектирования всех систем. Принятие решения, формулирование проблемы, количественное определение, оценка, оптимизация, субоптимизация, иерархическая организация, управление, планирование и регулирование — все это функции, свойственные процессу проектирования любых систем. Таким образом, мы очертили контуры общей теории проектирования систем. Решения для частных случаев могут получаться в результате конкретизации общих рассуждений, справедливых для всех проблем данного типа, но не путем развития частного метода. В общей теории систем не существует частных методов. Следовательно, в самом понятии ОТС заложен смысл, предписывающий начать рассмотрение с проблемы принятия решений, т. е. с функции, общей для всех процессов проектирования систем.

Принятие решений

Системный подход — это и есть процесс принятия решений при проектировании систем. Следовательно, чрезвычайно важно остановиться на этом процессе еще до того, как мы приступим к рассмотрению собственно задачи проектирования систем.

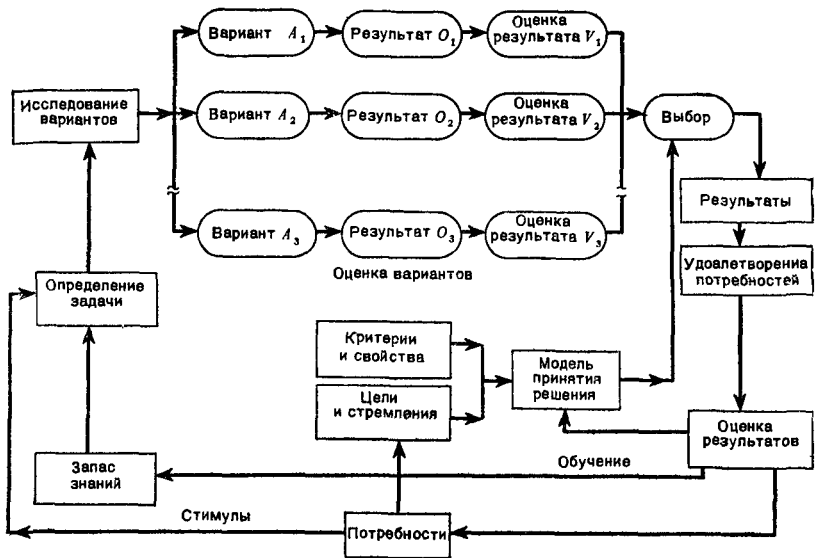


Рис. 4.1. Процесс формирования решения. Рисунок заимствован из работы Cyert R. M., March, J. G., A Behavioral Theory of the Firm, © 1963, p. 127. (С разрешения Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.)

Принятие решения — это термин, который иногда употребляется для обозначения действия, состоящего в выборе одного из нескольких возможных вариантов. Однако такая интерпретация рассматриваемого понятия слишком узка. Принятие решения является мыслительным процессом, который охватывает всю деятельность по решению какой-либо задачи. Все аспекты человеческих устремлений включают в себя целенаправленные действия, посредством которых должны быть приняты решения и достигнута цель. Принятие решения можно рассматривать как итеративную процедуру, каждый цикл которой включает несколько последовательных шагов. На рис. 4.1 показаны шаги такого цикла.

Реализовать функцию принятия решения требуется в том случае, когда либо имеется задача, ожидающая своего решения, либо должны быть удовлетворены какие-то потребности. Шаг, состоящий в определении задачи, можно рассматривать как подзадачу основной задачи, т. е. в цикле принятия решения имеется «обратная связь внутри обратной связи».

Лицо, принимающее решение (ЛПР), обычно обладает определенным уровнем знаний и опытом, которые помогают ему при рассмотрении имеющихся вариантов. Варианты — это различные стратегии, при помощи которых могут быть реализованы

имеющиеся стремления. Каждый вариант ведет к одному или нескольким заранее известным результатам. До того как ЛПР сможет осуществить *выбор* варианта и соответствующих ему результатов, каждый возможный результат должен быть оценен, исходя из степени его полезности для реализации имеющихся устремлений. Оценка результата производится в соответствии с определенным критерием, формулировка которого обычно вводится в модель принятия решения. Из-за несоизмеримости качеств различных вариантов возникают проблемы количественного определения и измерения. Данный вопрос обсуждается подробнее в гл. 8 и 9. *Процесс выбора* состоит в выборе наилучшего варианта. Реализация выбранного варианта приводит к результатам, которые должны в определенной степени удовлетворить начальные потребности. Чтобы оценить степень, в которой вариант удовлетворяет исходным требованиям, проводится новый цикл. Сравнение ожидавшихся и достигнутых результатов может повлечь модификацию исходной задачи и осуществление нового цикла.

От потребностей к стремлениям

Как отмечалось выше, цикл принятия решения обычно инициируется побуждением удовлетворить потребности. Наши по-

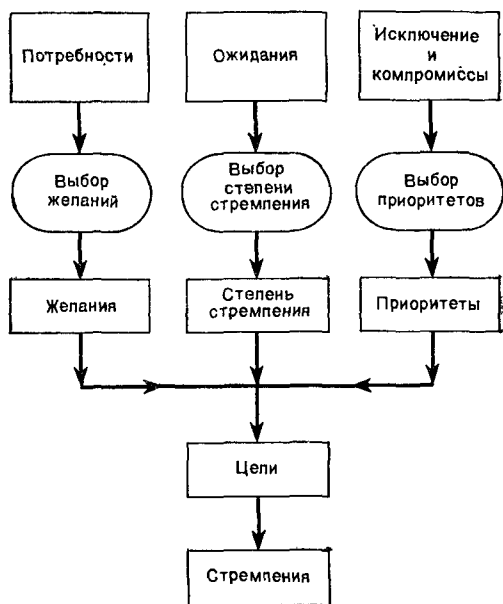


Рис. 4.2. Преобразование потребностей, ожиданий и компромиссов в цели и стремления,

требности можно представить в виде иерархии. Физиологические потребности размещаются на ее нижних уровнях, а потребность в самоутверждении — на верхнем. Трудно ожидать, что мы сможем удовлетворить все свои потребности. Следовательно, осуществляется выбор подмножества потребностей. Такое подмножество мы определяем как *желание*. Далее необходимо установить степень *стремления*, которая во многом предопределяет уровень достигнутого, или наши *ожидания* в удовлетворении потребностей. Развитое в последние годы теоретическое исследование вопросов, связанных со степенью стремления, выходит за рамки книги. Достаточно лишь сказать, что степень стремления индивидуума в большой мере зависит от успешности его предыдущих попыток достичь свои цели [1]. При наличии конфликтных устремлений ЛПР прибегнет к их частичному исключению или к компромиссам. Иерархия потребностей порождает приоритеты. Потребности, ожидания и компромиссы постепенно преобразуются в цели и стремления (рис. 4.2).

Поиск вариантов

Процесс поиска, при котором рождаются самые различные варианты, все еще недостаточно изучен. Одна из теорий описывает поиск вариантов как процесс формирования системы цель — средства — результаты. При этом мысленно просматриваются возможные варианты, а задачи и цели делятся на подзадачи и подцели. В соответствии с концепцией инкрементализма в процессе поиска отыскиваются только те варианты, которые лишь незначительно отличаются от уже выработанных позиций. Такая консервативная стратегия исходит из той предпосылки, что смелые решения приводят к заметному риску из-за недостатка информации и неумения предвидеть возможные последствия. Концепция инкрементализма подвергается критике за пассивность к нововведениям и творчеству вообще. Системный подход в своей психологической основе противоположен концепции инкрементализма, так как в последнем случае не рассматривается проблема (или система) в целом. Очевидно, что процесс генерирования и поиска вариантов является центральным и решающим для успешного достижения целей.

Границы рациональности

Процесс поиска зависит не только от предметной сферы и широты рассмотрения вариантов, но и от количества последних. Рациональные возможности индивидуального разума

ограниченны. «Границы рациональности» — это термин, введенный Марчем и Саймоном для обозначения ограничений внутренних возможностей индивидуума по охвату и сравнению более чем нескольких вариантов одновременно [2]. Сравнение становится все труднее по мере увеличения числа переменных, описывающих варианты. Для большинства случаев может оказаться достаточным рассмотрение трех возможностей, например двух крайних значений переменной и некоторой средней точки области ее значений. Можно ли, однако, руководствоваться такими соображениями в наиболее важных случаях, таких, как выбор конгрессом подходящей системы социального обеспечения, и т. п.? Сколько вариантов нужно проанализировать в этом случае? Ответ состоит в том, что вначале следует рассмотреть максимально возможное число вариантов, чтобы учесть все возможности. Затем, по мере учета имеющихся содержательных ограничений, для дальнейшего анализа отбираются лишь несколько вариантов. Уже отмечалось, что «для избирателя названия политических партий упрощают задачу выбора. Эти названия позволяют избирателю как-то реагировать на чрезвычайно сложные явления современного мира, основываясь лишь на нескольких простых критериях... Без названий партий осуществить выбор между ними почти невозможно» [3].

Таким образом, даже в сложной ситуации, например при сравнении кандидатов политических партий, представляющих различные политические платформы, мировоззрения, каждый избиратель сталкивается с необходимостью выбора лишь из двух-трех возможностей. Даже при таком упрощении ситуации принятия решения существует предостаточно сомнений в правильности выбора. Более того, уменьшение сложности до ее приемлемой величины сопряжено с немалыми трудностями. Так, очевидна трудность принятия обоснованного решения голосовать за президента, представляющего несколько политических платформ, хотя такого уровня политического искусства достигнуть все труднее. Процесс достижения подобного уровня может состоять в поиске компромиссов, в отказе от выбора определенного программного политического курса в целях удовлетворения требований всех поддерживающих такого президента партий [4].

«Границы рациональности» в приложении к организации определяются как набор задач, которые организация считает находящимися в своей компетенции. Компетентность организации определяется компетентностью ее членов. Таким образом, организация, состоящая из одного члена, имеет весьма ограниченную компетентность из-за ограниченности познаний одного человека. Однако при расширении состава организации ее границы рациональности расширяются, так как каждый но-

вый член вносит свою лепту в постижение разрешаемой организацией проблемы.

Воззрения на мир, или миропонимание, лица, принимающего решение

Термин «миропонимание» применительно к ЛПР означает концепцию устройства мира, свойственную ЛПР, или концепцию рассмотрения всего множества проблем, возникающих перед этим лицом. В рамках наших исследований на миропонимание ЛПР оказывают влияние следующие факторы:

1. Исходные *предпосылки*, которые включают предпосылки, касающиеся как предметной области (предметные предпосылки), так и системы ценностей (ценностные предпосылки), с которой связан ЛПР.

2. *Предположения* относительно элементов задачи.

3. *Познавательные стили* ЛПР.

4. *Система познания*, благодаря которой экспериментальные факты и результаты исследования становятся элементами единой системы.

Все эти факторы будут рассмотрены ниже.

Исходные предпосылки

Исходные предпосылки либо задаются ЛПР, либо вытекают из опытных фактов или из информации, которой располагает ЛПР. Саймон различает два типа исходных предпосылок. Первый тип — это предметные предпосылки, рассматриваемые как технические сведения, обычно лишенные характерных черт. Такие предпосылки еще требуют количественной или качественной оценки. Второй тип включает ценностные предпосылки, которые связаны с рассмотрением таких понятий, как «благо», «цель», и относятся либо к индивидуальным ценностям, либо к ценностям системы. В качестве примера Саймон рассматривает предпосылки, которые имеют место при разработке такого проекта, как проект реконструкции улицы. Процедурные элементы проблемы (например, инженерная и финансовая ее проработка) можно отнести к предметным предпосылкам. Ценностные предпосылки включают вопросы, относящиеся к цели и результатам реализации проекта: кто и каким образом будет получать прибыль, источники прибыли, перераспределение материальных ценностей, увеличение арендной платы и платежей и т. д. [5]. Такие вопросы имеют этический подтекст (хорошо или плохо, выгодно или невыгодно). Ценностные предпосылки могут быть описаны как те элементы в решении, которые относятся к нравственным аспектам влияния проекта или его следствий на тех людей, которых проект затрагивает.

Важно отметить, что предпосылка, внешне представляющаяся предметной, может иметь «этический подтекст». Так, выбор одной трассы для строительства автомобильной дороги вместо другой может означать экономию в один миллион долларов. Такая экономия может быть взята в качестве предметной предпосылки. Однако при более глубоком исследовании проблемы можно обнаружить, что стремление к удешевлению варианта трассировки приводит к необходимости переселения семей с низким уровнем доходов, в то время как альтернативный вариант трассировки вызовет переселение семей со средним уровнем доходов. Предметную предпосылку о миллионной экономии нельзя рассматривать изолированно от ценностной. Что более целесообразно: переселение 50 бедных семей или 100 семей со средним уровнем дохода? *Ценность* в этом случае не является эквивалентом *стоимости*. Ясно, что стоимость переселения 50 семей с низким уровнем дохода должна быть меньше, чем стоимость переселения 100 семей со средним уровнем дохода. Однако, определяя ценность, мы должны принять во внимание цену лишений и неудобств как более важную, чем непосредственная стоимость (в денежном выражении) переезда с места на место. В данном случае перемещение может быть действительно более дорогим для бедных семей, чем для семей зажиточных. Этические аспекты, связанные с проектированием систем и определением ценностей при принятии решений более детально обсуждаются в гл. 7. Проблема оценки коэффициентов значимости различных аспектов рассматривается в гл. 11.

За последнее время мы пришли к пониманию того, что различие, которое обычно делают между фактом и ценностью, быть может, и не столь принципиально, как мы думали раньше. Никогда не было явной тенденции рассматривать факты и ценности как взаимосвязанные сущности и никогда не предполагалось слияние этих сущностей [6], приводящее к стиранию различий между этими предпосылками. Факты не статичны. Они становятся динамичными, «когда осознаются и интерпретируются компетентным человеком» [7]. Как указывает Ласло, в системно-ориентированной теории ценностей факты и ценности взаимодействуют друг с другом. Мы не можем создавать большой «искусственный разрыв» между фактом и ценностью, чем между объектом и субъектом. Эти два понятия «образуют единое понятие в том случае, когда единый сложный цикл восприятий, интерпретаций, хранения и поиска информации в памяти, ответных действий... субъекта и объекта не может быть разделен» [8].

Хотя и принято утверждать, что факты суть чисто объективная реальность, в то время как ценности субъективны, даже

этот тезис подвергается сейчас серьезному сомнению. Если метеоролог старается определить вероятность дождя лишь путем использования таблиц, в которые сведено количество случаев, когда в данный день шел дождь за все годы наблюдений, говорят, что он основывается на объективной вероятности, или «жестких» данных. С другой стороны, предполагается, что непрофессионал обратится к «мягким» данным, или к субъективной вероятности. Возможно, более точным будет утверждение о том, что ни оценка метеоролога, ни оценка непрофессионала не является чисто объективной или чисто субъективной. Все оценки можно рассматривать как объективно-субъективные связи. Ни факт, ни ценность не существуют независимо от исследователя. «Ценностное суждение может быть понято как выражение позиции исследователя... как приметы фактических событий... признаки, связывающие оцениваемый объект с оценивающим субъектом» [8].

Даже в политической и административной сферах нет устойчивого разделения на факты и ценности. Лонг отвергает понятие «свободной от ценностей науки о методах управления», которая «состояла бы в приложении ценностей, установленных политическими течениями, к наборам фактов, имеющих в распоряжении исполнительной власти» [9].

В силу очевидной трудности дифференциации предметных и ценностных предпосылок проектировщики систем должны воздерживаться от попыток разделять факты и ценности в каждом конкретном случае. Свои усилия они, напротив, должны направить на достижение согласия в том, чем же являются эти предпосылки в каждом конкретном случае. Даже афоризм, утверждающий, что достижение согласованности фактов проще, чем достижение согласованности ценностей, трудно доказать в свете широких дебатов по этому вопросу, которые часто возникают на различных совещаниях.

Дальнейшее обсуждение проблемы достижения такой согласованности проводится в гл. 16. Вопрос определения ценностей при проектировании систем исследуется в гл. 7 в связи с этическими аспектами проектирования систем.

Предположения

Предположения мы будем рассматривать как определенную точку зрения ЛПР на частные, специфические аспекты задачи. Например, предположения могут касаться поведения клиентов в системе массового обслуживания, каких-либо условий, наложенных на систему, и т. п.

Последние исследования в области планирования подтверждают, что предположения существенно влияют на то, какие именно стратегии или планы будут выбраны ЛПР.

1. В промышленной и управленческой сферах предположения имеют смысл «индивидуальных концепций, понятий, определений и интерпретаций», имеющих отношение к следующим вопросам:

а) к масштабу деятельности предприятия (например, производить ли предприятию несколько видов продукции или ограничиться производством одного, планировать ли сбыт продукции на международном или общенациональном рынке либо оставаться на региональном уровне, следует ли предприятию укрупняться по вертикали или по горизонтали и т. д.);

б) считает ли администрация, что проблемы во всех отраслях промышленного производства схожи друг с другом, или же она предполагает, что проблемы, существующие в ее отрасли, свойственны только данной отрасли;

в) выступает ли администрация за увеличение торгового оборота;

г) к мнению администрации относительно определения конкурентоспособности предприятия (следует руководствоваться количественными или качественными показателями);

д) являются ли научные исследования и промышленное развитие необходимым условием или следствием конкуренции;

е) учитывает ли администрация, как жители зарубежных стран — предполагаемых рынков сбыта продукции предприятия — будут относиться к иностранному влиянию;

ж) считается ли администрация предприятия потребителей консервативными и медленно воспринимающими изменения либо быстро реагирующими на технологические нововведения и т. п.

Предположения — это один из элементов, формирующих миропонимание ЛПР и, следовательно, хотя бы отчасти, помогающий выбрать стратегию поведения и план [10]. Современные специалисты так же, как и древние китайские мудрецы, «нуждаются в строгих предположениях относительно того, что же сокрыто в реальном мире». Такие предположения должны помочь создать количественные методы формирования решений [11].

2. В области образования предположения ЛПР и их общественные взгляды важны при рассмотрении систем и соответствующих моделей высшего образования.

Модель образования как общественного института. Данная модель отражает точку зрения, согласно которой человеческая природа весьма податлива и на человека можно влиять и формировать его при помощи института образования. Основная роль этого института состоит в том, чтобы включить индивидуума в общество. Прогресс может быть достигнут на пути технологического и экономического развития. Следовательно, учеб-

ные заведения должны обеспечить подготовку лиц, которые могут способствовать развитию технологии и производства. Прогресс технологии приводит к прогрессу экономики, что в свою очередь обеспечивает стабильность и благосостояние.

Модель образования как пути к совершенству. Студенты и профессора учебных заведений стремятся, подчиняясь своим внутренним побуждениям, к совершенствованию своих знаний. Знания первых определяются путем проведения экзаменов, а знания последних — их научными достижениями. Если студент легкомысленно относится к учебе, то получает низкие оценки и его исключают из университета. Если же профессор не уделяет должного внимания своей учебной и научной деятельности, то он теряет уважение коллег и отстает от текущего уровня развития науки. В данной модели действия студентов и профессоров основаны на этических стимулах. Успех же достигается, если человек точно придерживается жестких требований системы научной работы.

Модель образования как рыночного механизма. В данном случае считается, что цель системы образования — удовлетворить потребность в квалифицированных специалистах всех отраслей производства, подобно тому как удовлетворяются требования по производству товаров и услуг, по необходимой для этого рабочей силе. При этом удовлетворяются и социальные потребности общества, и технологические и научные потребности государства. Функционирование системы образования во многом схоже с функционированием любой другой отрасли производства. Здесь также стремятся достигнуть баланса в рыночном законе «спрос — предложение», в соответствии с которым и определяется число выпускаемых специалистов.

Модель образования как процесса отбора. В данной модели образование рассматривается с точки зрения тех лиц, которые имеют либо интеллектуальные возможности добиться успеха, либо материальную базу для получения образования. Таким образом, система образования в целом основывается на процессе отбора, формирующем элиту, которая получает образование либо вследствие своих интеллектуальных качеств, либо благодаря материальной обеспеченности. В данной модели существует иерархия качества образования и его стоимости, и эту иерархию всячески выделяют, подчеркивают, вместо того чтобы сглаживать.

Очевидно, что ни одна из этих моделей не адекватна реальности. Например, в первой модели считается, что экономическое и социальное благополучие основано исключительно на технических достижениях, а это, очевидно, довольно ограниченный взгляд на проблему. Недостатком второй модели является учет лишь стремления получить образование и недооценка

возможности остаться без работы или удостоиться награды. Третья модель, в которой процесс образования рассматривается как простой рыночный механизм, излишне упрощена, в то время как четвертая модель вообще является отклонением от правильного пути и игнорирует законное требование обеспечения равных прав для всех членов общества [12].

3. В сфере общественной жизни на предполагаемые проекты систем влияют цели проектировщиков, их система ценностей, общественная позиция, а также предположения, имеющиеся у проектировщиков, о следующих факторах:

- а) роли большинства и меньшинства в формировании общественной стратегии,
- б) роли индивидуума,
- в) роли общественных обсуждений в разрешении конфликтов,
- г) желаемой степени подчинения каждым членом общества своих личных интересов общественным,
- д) степени свободы действий индивидуума,
- е) роли политических деятелей в формировании государственной политики,
- ж) роли и влиянии групп и специальных интересов,
- з) системе отбора (выборы или назначение) высокопоставленных лиц.

Изучение данных предположений проясняет их значение в различных системах планирования [13].

4. Постановка задачи включает всеобщее и полное восприятие каждого вопроса с учетом знаний и опыта в связи с данной и подобными ей ситуациями.

Не удивительно, что люди, имеющие схожие мировоззрения, опыт и образование, склонны к схожим постановкам задач. Иллюстрацией такой тенденции могут служить результаты анализа данных опроса [14] ведущих деятелей нескольких общественных организаций (лидеров женского и молодежного движений, представителей бизнесменов, фермеров, деятелей искусства и науки, лидеров движения негров, представителей прессы, политических лидеров государственного и местного уровней). Первый вопрос, заданный лидерам, состоял в том, что они предпочитают:

Равенство возможностей, когда все имеют одинаковые шансы на получение хорошего образования и развитие своих способностей, или же равенство результатов, когда все обеспечиваются примерно одинаковым доходом независимо от образования и способностей?

Подавляющее большинство опрошенных отдало предпочтение равенству возможностей. Однако принцип равенства результатов отклоняется разными группами по-разному. Соотно-

шение лидеров женского и молодежного движений, отклоняющих и поддерживающих этот принцип, составляет 12:1, в то время как для представителей бизнесменов и фермеров оно выражается как 90:1. Результаты опроса других групп занимают промежуточное положение.

Другой вопрос, также связанный с выбором одного из противоположных принципов:

Должны ли при справедливой организации экономической системы все люди зарабатывать примерно одинаково или же люди с большими способностями должны получать большую плату за свой труд?

Нет ничего удивительного в том, что из 100 опрошенных бизнесменов 99 высказались за оплату согласно способностям. Представители фермеров разделяют эту точку зрения в соотношении 20:1, деятели искусства и науки — 12:1. Большинство негритянских лидеров также поддержало данный принцип (4:1).

Следует ли облагать богатых налогом для помощи нуждающимся?

Бизнесмены, фермеры, политические деятели — республиканцы выступают против такого налога, а ученые, люди искусства, женщины и молодежь — за.

Какова главная причина бедности? Повинна ли в этом американская общественная система, которая не обеспечивает равные права для всех, или же бедные сами виноваты в том, что они бедные?

«Такое положение — вина системы», — заявляют молодежные, женские и негритянские лидеры, демократы, представители интеллигенции. «Бедняки сами виноваты», — считают бизнесмены, фермеры, республиканцы.

Должно ли правительство заботиться о сокращении разрыва в доходах богатых и бедных?

Радикалы, демократы, деятели науки и искусства считают, что правительство должно прилагать усилия к сокращению этого разрыва. Господствующая верхушка и республиканцы полагают, что правительству не следует вмешиваться в данный вопрос.

Итак, лидеры восьми слоев общества, участвовавшие в исследовании, ответили на вопросы так, как и следовало ожидать. При этом обнаружилось расхождение во мнениях между разными слоями и согласие между людьми одного слоя. Можно сказать, что степень согласия, проявившаяся между различными слоями, находится в прямой связи со степенью схожести их миропонимания [и экономического положения. — *Ред.*]. Это согласие выливается в то, что люди близких слоев одинаково определяют исследуемую проблему. Следовательно, один из

первых шагов цикла проектирования систем включает описание миропонимания тех, кто, собственно, и занят проектированием.

5. Дополнительные примеры той роли, которую играют предположения в формировании стратегий поведения в ряде социальных вопросов, приведены в приложении к данной главе.

Познавательные стили

Итак, мы рассмотрели, как в зависимости от сферы деятельности ЛПР и свойственных ему предположений формируется его миропонимание. Следует уделять внимание и тому влиянию, которое оказывает познавательный стиль ЛПР на формирование и реализацию решения. Понятие «познавательный стиль» известно также под термином «психологический стиль» и «психологический тип» [15].

Понятие *познавательного*, или *психологического*, стиля связано с совершением «перцептивной и интеллектуальной деятельности» [т. е. с реализацией цикла восприятие — осмысление. — *Перев.*]. Познавательный стиль индивидуума зависит от «генетически определенного склада его ума и внешних факторов, таких, как образование и опыт» [16]. Познавательный стиль охватывает весь спектр интеллектуальной деятельности — от анализа до эвристики. Аналитическим рассуждениям свойственно исследование проблемы путем ее деления. А эвристический подход в своей основе интуитивный; при этом пытаются охватить проблему в целом. Эти две крайности — анализ и *эвристику* — называют *проблемно-независимым и проблемно-зависимым* способами рассуждений, реализуемыми «на основе способности лица, принимающего решение, выделить объект из его окружения» [17]. Такие мыслительные процессы называют также *логико-аналитическим и интуитивно-синтетическим* познавательными стилями.

Изучению влияния познавательного стиля на процесс мышления индивидуума уделяется большое внимание в психологии. Авторы работы [18] призывают к классификационным исследованиям интеллектуальных способностей и изучению самих стратегий познания.

Познавательные стили и процессы мышления проектировщика являются не чем иным, как средством исследования множества допустимых проектов. Как один из таких проектов можно рассматривать и классификацию самих исследователей по типу мышления. систематизирующему, интуитивному, рецептивному и прецептивному. Такая классификация осуществляется с помощью специальных тестов. Было обнаружено, что при разных типах мышления индивидуумы по-разному подходят и к проблеме, и к оцениванию имеющейся информации. Таким об-

разом, «познавательный стиль обуславливает оценку ЛПР своего окружения» [19].

Типология личностей Янга также использовалась для описания четырех различных типов организации и типов процесса принятия решений. Эта типология использовалась и для того, чтобы показать роль специфических качеств данной личности в формировании представления об идеальной организации, в оказании предпочтения в сложных ситуациях тем или иным видам источников информации, а также в выборе подходов к проблеме. В классификации типов личностей Янг выделяет следующие типы: мышление из ощущений, чувства из ощущений, мышление из интуиции, чувства из интуиции [20].

Кочен предполагает, что назначение величины функции принадлежности для размытых понятий зависит от рассматриваемой социальной группы [21]. Если это действительно так, то основой для дифференциации личностей по Янгу является типология познавательных стилей [22].

Познавательные стили изучались и для того, чтобы определить, какую роль они играют при использовании на практике рекомендаций науки о методах управления (см. гл. 15).

Автор сам почувствовал подобные различия при работе со студентами, стили которых, согласно теории, зависят в большей степени от образования, опыта и врожденных способностей. Логико-аналитические типы тяготеют к изучению технических и естественных наук, в то время как индивидуумы с интуитивно-синтетическим стилем мышления достигают успехов в искусстве и биологических науках. По самой своей природе техническое образование еще сильнее усиливает логико-аналитический подход, в то время как работа в области искусства придает человеку интуитивно-синтетическую ориентацию. Решение вопроса о том, каков тип данного человека, во многом зависит от того, какое образование он получил. Несомненно, что познавательный стиль мышления является важным фактором ориентации личности и влияет на ее подход к различным проблемам.

Системы познания и истина

Система познания ¹⁾ — это организация деятельности, направленной на приобретение знаний. Ее можно рассматривать как «эпистемологию» ЛПР, лежащую в основе процесса мышления, направленного на постижение «истины» или, по крайней мере, на создание одной из возможных версий. Система познания целенаправленна: она исходит из имеющейся цели и стремится к

¹⁾ Под системой познания автор имеет в виду то, что принято называть теорией познания — *Прим ред.*

оптимизации целевой функции. Система познания вносит свой вклад в разработку проекта, способствуя получению приемлемого решения. Отправляясь от очевидных истин, ЛПР формирует решение в терминах теорий, стратегий, планов, вариантов. Познание истины с незапамятных времен исследуется философами. Мы уделим ему внимание в гл. 17 в связи с изучением роли экспертов и экспертизы.

Цикл постижения истины: очевидная реальность — миропонимание — система познания — истина

Каждое лицо, принимающее решения, обрабатывает факты очевидной реальности, исходя из своего миропонимания. Его цель при этом — постижение истины. Как показано на рис. 4.3, миропонимание ЛПР и система познания занимают промежуточное положение между фактами очевидной реальности и

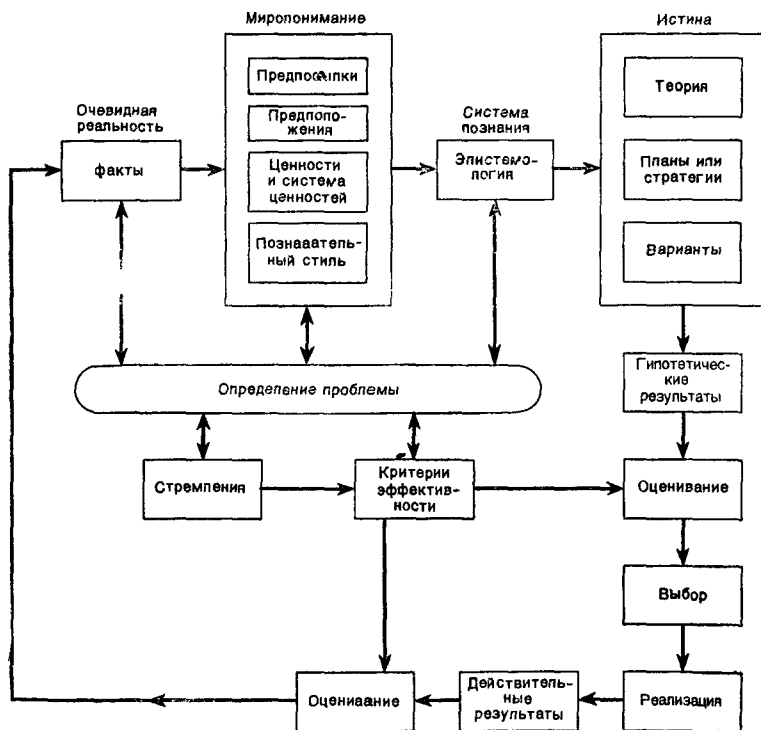


Рис. 4.3. Цикл постижения истины, очевидная реальность — миропонимание — система познания — истина.

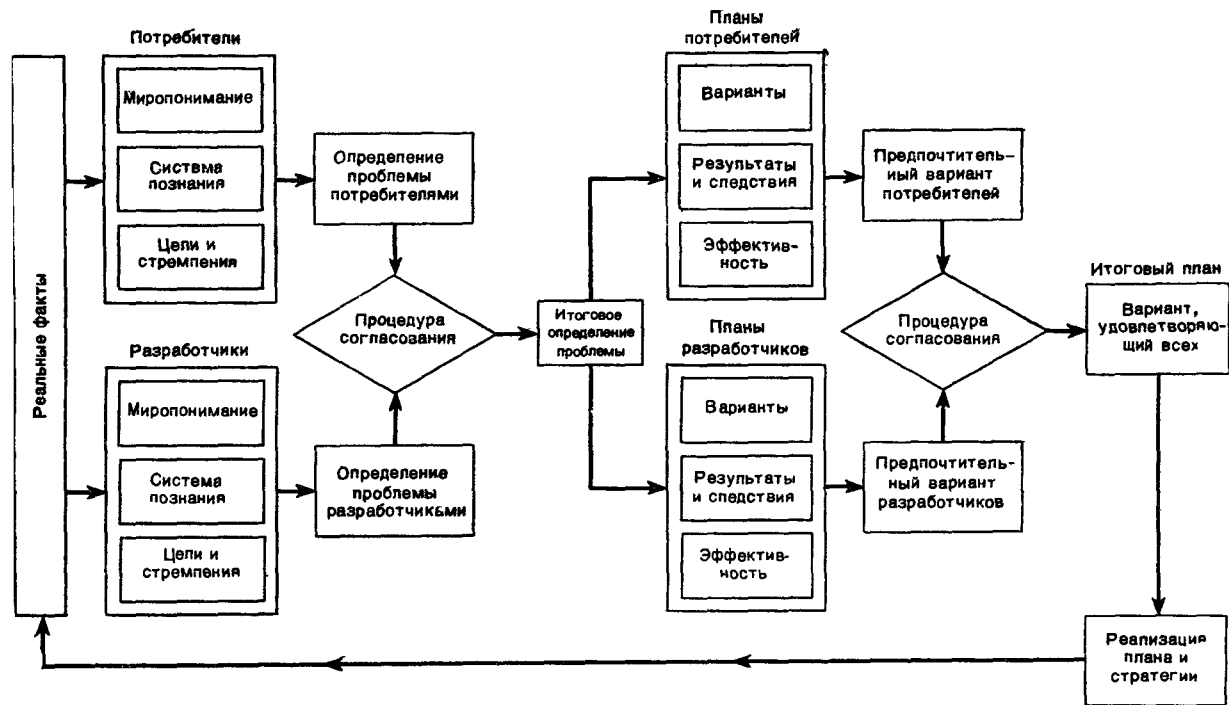


Рис. 4.4. Выработка единого плана потребителями и разработчиками.

истиной. В совокупности эти понятия образуют то, что автор назвал *циклом постижения истины* или *циклом принятия решения: очевидная реальность — миропонимание — система познания — истина*. Даже при отпавлении от одних и тех же фактов очевидной реальности различные версии истины воплощаются в разные формулировки одной и той же проблемы, во всевозможные планы, стратегии, решения [23]. Рисунок 4.3 показывает взаимодействие между очевидной реальностью, миропониманием и системой познания, с одной стороны, и формулировкой задачи — с другой. Последняя является результатом итеративного процесса. Определение проблемы влияет на интерпретацию фактов очевидной реальности и в то же время испытывает ее влияние. На рис. 4.4 показано, как разработчики и потребители должны согласовывать свои версии, определения проблемы и предлагаемые планы с целью достижения согласованной политики.

Цикл принятия решения является лишь одной из функций в процессе проектирования систем, которому посвящена следующая глава. В приложении к данной главе приводится пример использования такого цикла при анализе и проектировании системы поддержания уровня доходов.

Другая схема процесса принятия решений

Читателю следует теперь обратиться к схеме принятия решений Ульриха [24]. Здесь решение проходит через три уровня (Ульрих называет их решателями проблем). Эти уровни определяются следующим образом:

1. *Информационная система*, которая рассматривается как система сбора фактов и их исследования. Она отвечает на вопрос, как получить знания.

2. *Рабочая система*. Эта система в техническом и в социальном контексте определяет цели, для реализации которых отыскивается информация. Она призвана ответить на вопрос, как использовать знания.

3. *Система оценки*, которая исследует этический вопрос — для чего будут использоваться знания.

Каждую из систем — решателей проблем Ульриха — можно рассматривать как цикл очевидная реальность — миропонимание — система познания — истина вышеописанного типа. Таким образом, иерархия решателей Ульриха является последовательностью трех замкнутых циклов принятия решений, где решение проблемы получается теоретически, применяется на практике и оценивается по эффективности своего результата, что соответствует прохождению решения через информационные, рабочие и оценочные системы соответственно. Системная парадигма,

рассматриваемая в следующей главе, служит тем же целям, что и иерархия решателей проблем Ульриха. И то и другое следует рассматривать как формализацию функций проектирования систем, общих для процессов проектирования любых систем. Иначе говоря, они описывают общий процесс проектирования систем.

Кто владеет истиной?

В данной главе процесс принятия решений был описан как процесс установления истины. Очевидно, что конкретная версия истины зависит от личности ЛПР, его миропонимания и системы познания. Если из одной и той же очевидной реальности могут быть выведены различные формы истины, то уместно спросить: кто же владеет наиболее адекватным «знанием, наибольшей степенью истинности»? Министерство торговли США, Национальный научный фонд и Американская ассоциация развития науки в связи с этой проблемой предложили учредить Научный арбитраж. Этот орган должен помочь в определении того, где же лежит истина в таких важнейших вопросах, как ядерная безопасность, обеспечение продуктами питания, применение химических средств для борьбы с сельскохозяйственными вредителями и т. п. [25]. Цель такого арбитража — «поиск истины среди противоречивых требований, рождающихся во время бурной научной полемики» [25]. Итак, схема поиска истины включает следующие процедуры отбора:

- 1) отбор предмета спора, чтобы научные факты могли быть отделены от вопросов их общественной ценности. Такое отделение позволит избежать дискуссии о ценностях;
- 2) отбор «адвокатов», которые будут проводить всестороннее исследование результатов;
- 3) отбор «судей», которые могут оценить аргументы сторон;
- 4) отбор «третьей стороны», который подтвердит, что решения арбитража правильно проводятся в жизнь.

Итак, по существу речь идет о создании общественного института, в рамках которого происходила бы борьба мнений. Этот институт должен быть открыт для любого, кто хочет высказать свое суждение. Он должен управляться беспристрастным верховным арбитром, а защитники той или иной научной позиции должны иметь возможность аргументированно отстаивать свое мнение перед коллегией ученых — судей. Последние должны стремиться к установлению истины, а установив, доводить ее до сведения всех ЛПР. В настоящее время правительственные советники по вопросам науки, торговли и сами условия жизни уже обеспечивают ЛПР более чем достаточным объемом неформальной информации. Назрела необходимость

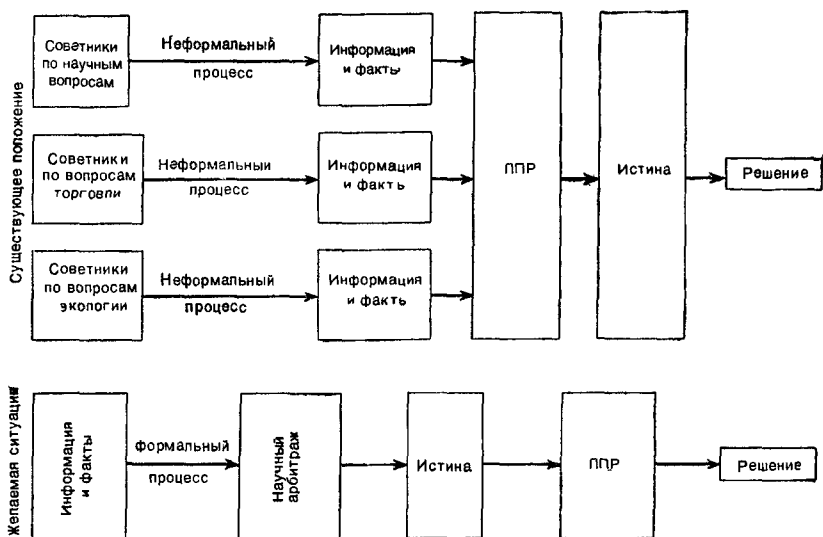


Рис. 4.5. Схема совершенствования процесса принятия решений

формализовать имеющиеся у ЛПР сведения, что привело бы к большей обоснованности принимаемых решений. Цель арбитража состоит в том, чтобы «создать ситуацию, в которой бы оппоненты представляли свои аргументы друг другу и коллегии ученых — арбитров» [25].

Неизбежно встает вопрос, кто в наибольшей мере владеет истинным знанием:

— ЛПР, которые отбирают и тщательно «переваривают» информацию, полученную от советников по вопросам науки, торговли, экологии, и затем формируют свою собственную версию истины (см. верхнюю часть рис. 4.5)?

— Или те, кто основывается на решениях Научного арбитража, и, исходя из них, формирует свою версию истины [26] (см. нижнюю часть рис. 4.5)?

Следует заметить [27], что оба подхода представлены здесь упрощенно и иллюстрируют только исходные позиции. В действительности даже в том случае, когда Научный арбитраж выступил бы в пользу истины, приемлемой для всех, ЛПР проявили бы достаточную независимость в модификации официальных рекомендаций и изменили бы их в соответствии со своим собственным мнением. В современной организации ЛПР находятся под влиянием обильной информации о внешнем мире. Они должны тщательно формировать свое суждение на основе того важного, что имеется в предоставленных им сведениях,

Идея Научного арбитража иллюстрирует то положение, что одни эксперты квалифицированнее других и что более квалифицированные эксперты ближе к истине. В гл. 17 мы еще раз обсудим аргументы за и против авторитарного и плюралистского типов экспертизы.

Итак, Научный арбитраж должен назначить экспертов. Наибольшая трудность, по-видимому, связана с поиском того пути, которым арбитраж намеревается осуществлять фактоценностную дихотомию. Арбитраж должен:

1) отделить собственно научные факты от вопросов их текущей общественной ценности;

2) назначить непредубежденных ученых — судей;

3) осуществить объективную оценку имеющихся сведений.

Данные требования противоречивы. Беспристрастных рекомендаций не существует. Никакая рекомендация не может не учитывать ценности исследуемых сведений. Отделить факт от его ценности едва ли возможно, принимая во внимание их взаимосвязь, обсужденную выше. Объективность в науке связана с вопросом нейтралитета и невмешательства. Если от чего и может зависеть объективность в отделении факта от ценности, так это от того, верит ли эксперт в возможность использования в общественных науках процедуры отделения субъекта от объекта. Автор считает, что это невозможно.

Приложение

Проектирование системы поддержания уровня доходов

Процесс формирования планов по поддержанию уровня доходов в целях борьбы с бедностью дает пример того, как из одной очевидной реальности могут быть выведены различные «истины». В основу этого примера положен реальный проект, который состоял в применении цикла очевидная реальность — миропонимание — система познания — истина к данной конкретной проблеме.

Исходя из схожего понимания относительно того, кто является бедняком, располагая одинаковыми данными об их числе и условиях жизни, ЛПР могут интерпретировать эти сведения по-разному. Во-первых, они должны принять одно из следующих определений проблемы и причин бедности:

1. Бедность вызывается тем, что изобилие не может охватить все слои населения в равной мере. Данный тезис может быть развит как экономическая интерпретация, или экономическая теория, бедности.

2. Причиной бедности являются социальные барьеры, которые лишают определенные слои населения возможности

Предположения экспертов о причинах бедности, реципиентах системы и присущих ей условиях для трех возможных стратегий борьбы с бедностью^{1), 2)}

Предположения	Экономическая стратегия	Социальная стратегия	Культурная стратегия
1. Предположения относительно основополагающих причин бедности	Здоровая экономка может обеспечить достаточные занятость и уровень доходов, так чтобы количество бедных сокращалось год от года	Несмотря на совершенствование социальных программ в последние десятилетия, все еще недостаточно делается для бедных; экономическая и социальная системы должны быть более приспособлены для удовлетворения нужд бедных	Бедность может быть уничтожена путем изменения отношений, мотиваций, ограниченной среды, которые вызывают культурную изоляцию бедных
2. Предположения о реципиентах Равенство и неравенство	Неравенство средств может быть узаконено экономической системой; бедность может быть побеждена путем стимулирования экономического роста	Существуют неравенство средств и неравенство социальных слоев; неспособность бедных эффективно протестовать и требовать для себя места в жизни; бедные требуют к себе «неравного» по сравнению с остальными отношения для того, чтобы компенсировать десятилетия лишений, что иногда приводит в конфликт с требованиями равенства, исходящими от большинства	Бедные различны по происхождению и нравственному облику; они должны испытывать такое влияние общества, которое привьет им систему ценностей, присущую данному обществу
Этика и личные интересы	Рыночная система в основном индивидуалистична и основана на собственных интересах; она награждает предприимчивых и основана на принципе выживания наиболее приспособленных	Социальные и экономические преобразования приведут к интеграции бедных с остальной частью общества; общественные и личные интересы взаимосвязаны и параллельны	Различные врожденные качества делают необходимым индивидуальный подход к тем, чьи способности позволяют избавиться от бедности

Производственная этика

Производственная этика и рыночные законы идут рука об руку и направлены на обеспечение экономического благосостояния

Усилия по ликвидации социальных барьеров оправданны

Производственная этика поощряет хороших работников и наказывает ленивых

Семья

Успехи семьи определяют успехами ее членов

Поскольку условия, порождающие бедность, наследуются, надо стараться, чтобы дети в бедных семьях не наделались бедностью

Важную роль в наследовании статуса бедности играет институт семьи

Самоудовлетворенность и самоутверждение

Экономические удачи подобны приливам и отливам; одни более восприимчивы к неудачам, чем другие, в силу своего характера и отсутствия защитных мер; риск неудачи может быть уменьшен путем увеличения общего богатства

Люди смогут достичь самоудовлетворенности, если будут устранены причины, порождающие бедность; бедность не вызывается врожденными чертами характера

Такие черты, присущие личности, как мотивация действий, норма поведения, воля, целеустремленность, должны быть существенно изменены

3. Предположения о превалирующих в системе условий
Рациональность

Рациональность присуща состоянию равновесия рыночных сил в здоровой экономике

Рациональность может быть использована для изменения системы с целью лучшего перераспределения экономических и социальных благ

Отнюдь не бедняки достигают рационального решения, которое разрешит проблему бедности путем культурных изменений и перевоспитания

¹⁾ Заимствовано из работы Lampman R. J., *Ends and Means of Reducing Income Poverty*, Markham, Chicago, 1971, chs. 8, 9. (С разрешения автора и Academic Press, New York.)

²⁾ Настоящая таблица — характерная иллюстрация социально-экономического и социально-политического кредо буржуазных ученых-обществоведов. Отсутствие классового подхода — характерная черта их политического и социально-экономического анализа. — *Прим. ред*

Предположения	Экономическая стратегия	Социальная стратегия	Культурная стратегия
Технология	Проблема будет решена путем стимулирования функционирования рыночной системы, ускорения экономического роста и поддержания высокой степени занятости, финансовая и денежная политика может обеспечить процветание	Улучшение может быть достигнуто в том случае, если экономические блага становятся достоянием все большей части населения и если устраняются социальные барьеры	Средство борьбы с бедностью состоит в устранении культурной изоляции бедняков путем оказания им помощи в получении образования, в улучшении жилищных условий, в медицинском обслуживании, в расширении возможностей этих людей, особенно молодежи
Способность реагировать	Темпы сокращения бедности в сильной степени зависят от темпов экономического роста	Экономическими и социальными системами можно управлять так, чтобы они быстрее реагировали на нужды бедняков	Запаздывание мер борьбы с бедностью очень велико; требуется много времени для того, чтобы изменить отношение, мотивацию поступков, производительность
Оптимизм и пессимизм	Оптимизм основан на том, что рыночные силы могут достигнуть баланса и что рост и процветание могут быть постоянными; пессимизм проистекает из того, что кризисы в экономическом цикле не могут быть совершенно устранены	Оптимизм связан с тем фактом, что многие современные нововведения, такие, как система общественной безопасности, коллективные договоры между нанимателями и профсоюзами, субсидия на развитие сельского хозяйства и объема жилищного строительства, прогрессивное налогообложение, были приняты с целью борьбы с бедностью, пессимизм основан на том, что политика перераспределения доходов, быть может, не столь эффективна как ожидалось	Оптимизм — «преобразование» бедности возможно, пессимизм связан с тем, что бедняки не захотят воспользоваться возможностью «преобразования»

пользоваться экономическими благами, доступными остальному населению.

3. Бедность обуславливается культурными барьерами, которые отделяют бедных от обеспеченных [28].

Предположения об исходных причинах бедности подкрепляются предположениями ЛПР относительно реципиентов системы и условий, превалирующих в системе.

Как показано в табл. 4.1, предположения, касающиеся реципиентов, классифицируются в соответствии со взглядами на равенство и неравенство, этику и личные интересы, производственную этику, семью, на проблему удовлетворенности собой и самоутверждения.

Предположения, касающиеся условий, превалирующих в системе, можно классифицировать в соответствии со взглядами на проблемы рациональности, технологии, оптимизма — пессимизма, способности реагировать.

Основываясь на имеющихся реальных фактах и собственном миропонимании (предпосылках, предположениях, системах ценностей, познавательном стиле), ЛПР привлекает различные теории к объяснению причин бедности и соответственно рассматривает различные пути решения проблемы. Когда считается, что бедность вызывается недостатком экономического богатства, эксперт предлагает стратегию, основанную на стимулировании экономического роста, для того чтобы увеличить шансы получения приемлемых доходов. Соответственно первый столбец в табл. 4.1 имеет название «Экономическая стратегия». Экономическая стратегия выводится из экономической теории, которая, естественно, предполагает наличие именно экономических причин бедности. Второй столбец озаглавлен «Социальная стратегия». Этой стратегии ЛПР следует, когда реальные факты интерпретируются сквозь призму предположений, что главная причина бедности — социальные барьеры. Подобным же образом может быть признано, что следует использовать культурную стратегию в том случае, когда принята культурная теория причин бедности (см. третий столбец таблицы). Следует еще раз отметить, что вышеприведенное описание является весьма упрощенным представлением реальности и служит лишь для того, чтобы сформировать основную теорию и стратегию. Недостаточное внимание уделено и той роли, которую играет система познания ЛПР в интерпретации реальных фактов и в трактовке предпосылок и предположений.

Три описанные стратегии, естественно, отличаются от реальных стратегий, используемых в настоящее время официальными кругами. Как раз во время работы над книгой подлежали изучению такие стратегии, как доплаты к низким доходам, некоторые типы ежегодного гарантированного дохода, план помощи

многодетным семьям. Читатель также должен с осторожностью относиться к интерпретации табл. 4.1, не считая ее всеобъемлющим руководством в вопросах о предположениях и теориях о причинах бедности. Например, миф о существовании «культурных» причин бедности был развенчан. Исследования показали, что, как только у бедняков появляются средства для того, чтобы покинуть гетто, они проявляют те же черты личности и придерживаются той же системы ценностей, что и люди соответствующего экономического статуса. Экономическая стратегия здесь также приведена в упрощенном виде. Щедрые обещания увеличения занятости и повышения доходов в результате экономического роста остаются лишь обещаниями на фоне реальных трудностей, и прежде всего роста безработицы. Толкование проблемы бедности в рамках лишь этих трех теорий и трех направлений действий является скорее занятием литературного толка. Читатели и эксперты по вопросам «истины» простят сделанные автором допущения по этому поводу. Намерения автора состояли не в том, чтобы на нескольких страницах объяснить причины существования бедности. И тысячи книг не хватит на исчерпывающее рассмотрение этой проблемы. Здесь лишь предпринята попытка проиллюстрировать, как ЛПР формируют стратегии, используемые для решения конкретной задачи.

В заключение коснемся вопросов, связанных с понятиями истины, согласованности и реальности. Не так уж безосновательно назвать теории, стратегии ЛПР словом «истина» или «субъективная истина». Это и есть то решение, которое ЛПР предлагает для исследуемой задачи. Очевидно, что выполнение решения требует согласованности не только с коллегами, но и с заказчиками (потребителями), как это было продемонстрировано на рис. 4.4. Было сделано упрощение, которое создало у читателя впечатление, что процесс вырабатывания решения полностью может быть описан именно так, как это здесь и сделано. На самом же деле достижение истины — это обычно более сложный процесс, участниками которого являются эксперты, реципиенты и другие заинтересованные стороны. Описание их поведения во всех деталях выходит далеко за рамки приведенной схемы. Читатель может более подробно ознакомиться с этим вопросом, обратившись к работе [13].

ЛИТЕРАТУРА

1. Costello T. W., Zalkind S. S., *Psychology in Administration*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1963, p. 73.
2. March J. G., Simon H., *Organizations*, Wiley, N. Y., 1958, ch. 6.
3. Greenstein F. I., *The American Party System and the American People*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1963, pp. 34—35.

4. Livingston J. C., Thompson R. G., *The Consent of the Governed* (2nd ed.), Macmillan, N. Y., 1966, ch. 4.
5. Simon H. A., *Administrative Behavior* (2nd ed.), Macmillan, N. Y., 1961, ch. 3.
6. Maslow A. H., Fusions of Facts and Values, *American Journal of Psychoanalysis*, 23, 117—131 (1963).
7. Laszlo E., A Systems Philosophy of Human Values, *Behavioral Science*, 18, 4, 250—259 (July 1973).
8. См. п. 7, с. 252.
9. Long N. E., Public Policy and Administration: The Goals of Rationality and Responsibility, *Public Administration Review*, 14, 1, 22—31 (Winter 1954).
10. Mason R. O., A Dialectical Approach to Strategic Planning, *Management Science*, 15, 8, B-403 — B-414 (1969).
11. Churchman C. W., Auerback L., Sadan S., *Thinking for Decisions Deductive Quantitative Methods*, Science Research, Palo Alto, Calif., 1975, p. 8.
12. Hunter J., *Planning for Higher Education in California: A Dialectical Approach*, School of Business and Public Administration, California State University at Sacramento, Calif., 1972.
13. Van Gigch J. P., Planning and Freedom, *Management Science*, 22, 9, 949—961 (May 1976). См. также гл. 19 книги.
14. Исследование, проведенное газетой «Вашингтон пост» и Центром международных исследований Гарвардского университета (Верба С., Орен Дж.). Доклад на конференции в Сакраменто 17 октября 1976 г.
15. Mason R. O., Mitroff I. I., A Program for Research on Management Information Systems, *Management Science*, 19, 3, 475—486 (January 1973).
16. Doktor R. H., Hamilton W. F., Cognitive Style and the Acceptance of Management Science Resommendations, *Management Science*, 19, 8, 884—906 (April 1973).
17. Witkin H. A., Origins of Cognitive Style, in Scheere (ed.), *Cognition: Theory, Research Promise*, Harper and Row, N. Y., 1964, pp. 172—205; Witkin H. A. et al., *Personality Through Perception*, Harper and Row, N. Y., 1954.
18. Guilford J. P., Hoepfner R., *The Analysis of Intelligence*, McGraw-Hill, N. Y., 1971, pp. 349—351.
19. McKenney J. L., Keen P. G., How Managers' Minds Work, *Harvard Business Review*, 52, 3, 79—90 (May — June 1974).
20. Kilmann R. H., Mitroff I. I., Qualitative versus Quantitative Analysis for Management Science: Different Forms for Different Psychological Types, *Interfaces*, 6, 2, 17—27 (February 1976).
21. Kochen M., Applications of Fuzzy Sets in Psychology, in Zadek L. A., King-Sun Fu, Kokichi Tanaka, Masamichi Shimura (eds.), *Fuzzy Sets and their Applications to Cognitive and Decision Processes*, Academic Press, N. Y., 1975, pp. 395—408. См. также гл. 9 и 17 книги.
22. Van Gigch J. P., Pipino L. L., *Management Information Decision Experiments*, School of Business and Public Administration, California State University at Sacramento, Sacramento, Calif., 1977; *From Absolute to Probable, Fuzzy in Decision Making*, в печати.
23. См. п. 11, с. 421.
24. Ulrich W., The Design of Problem-Solving Systems, *Management Science*, 23, 10, 1099—1108 (June 1977).
25. Kantrowitz A. et al., The Science Court Experiment: An Interim Report, *Science*, 193, 10, 653—656 (1976).
26. Mason R. D., World Models. Who is the Guarantor?, 1977 Annual Conference, Canadian Operational Research Society, Montreal, May, 1977,

27. Gresham R. E. (ed.), Values, Objectivity and the Social Sciences, Addison-Wesley, Menlo Park, Calif., 1974. См. также гл. 20 книги.
28. Lampman R. J., Ends and Means of Reducing Income Poverty, Markham, Chicago, 1971; Kershaw J. A., Government Against Poverty, The Brookings Institution, Washington D. C., 1970; Komisar L., Down and Out in the USA (A History of Social Welfare), Franklin Watts, N. Y., 1975; Barth M. C., Caragno G. J., Palmer J. L., Towards an Effective Income Support System: Problems, Prospects and Choices, Institute for Research on Poverty, University of Wisconsin, Madison, Wisc., 1974.

ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ: СИСТЕМНАЯ ПАРАДИГМА

Цикл формирования решения, описанный в предыдущей главе, посредством которого ЛПР преобразует реальные факты в планы и стратегии,— это один из аспектов системной парадигмы. Проблему проектирования систем нельзя свести к формированию некоторого перечня действий и их последующему выполнению, обеспечивающему каждый раз один и тот же результат. В данной главе мы описываем системную парадигму как последовательность функций проектирования, которая и лежит в основе метода исследования проблем в области мягких систем. О таком методе можно сказать, что это непрерывный кибернетический метод работы, связанный с постоянными изменениями. Он является *непрерывным*, так как используется постоянно, не имея ни начала, ни конца; *кибернетическим* — поскольку для него характерны обратные связи; он связан с постоянными изменениями состояния систем.

Фазы процесса проектирования систем, или системной парадигмы

На основе цикла формирования решения (см. рис. 4.1.) можно построить процесс проектирования систем (рис. 5.1). В данном процессе можно выделить три фазы:

1) формирования стратегии, или предварительного планирования;

2) оценивания и

3) реализации.

Фаза 1. Формирование стратегии. На данной фазе

- достигается соглашение о том, как определить решаемую задачу;

- определяется миропонимание ЛПР (исходные предположения, предположения, система ценностей и познавательный стиль);

- достигается соглашение об основных методах, используемых для интерпретации реальных фактов;

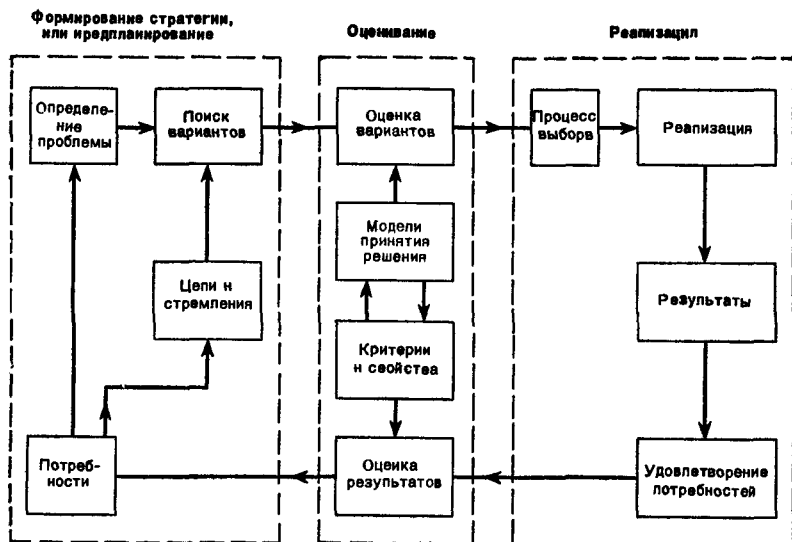


Рис. 5.1. Цикл формирования решения, трансформированный в три фазы процесса проектирования системы.

- достигается соглашение о том, каких результатов ожидают заказчики и сами проектировщики;

- начинается поиск и разработка вариантов.

Фаза 2. Оценивание. Эта фаза состоит в оценке различных предложенных вариантов для того, чтобы определить, в какой степени они удовлетворяют целям и стремлениям, сформированным на предыдущей фазе. Фаза оценивания включает:

- идентификацию результатов и следствий, свойственных каждому варианту;

- соглашение о том, что выбранные свойства и критерии для оценивания результатов отвечают поставленным целям;

- выбор моделей измерений и решений, которые будут использоваться для оценивания и сравнения вариантов;

- соглашение о методе выбора конкретного варианта.

Фаза 3. Реализация. На этой фазе реализуется выбранный проект системы. Здесь подлежат решению такие непростые проблемы, как

- оптимизация — определение наилучшего решения;

- субоптимизация — попытка оптимизации с объяснением того, почему наилучшее решение не может быть получено;

- сложность, которая связана с тем фактом, что для разрешения задачи должно быть проведено упрощение реальности,

но требование адекватности решения реальной ситуации предопределяет «достаточную сложность» решения;

- конфликты, их разумное урегулирование, управление ими;
- критическая оценка результатов, полученных от внедренного проекта системы. Результаты вызовут оптимизм или пессимизм в отношении возможности достижения целей и оправдания ожиданий;
- возврат к началу цикла независимо от успеха или неудачи в получении ожидаемых результатов.

Более подробное рассмотрение процесса проектирования систем

Каждая из вышеописанных фаз может быть разложена на шаги, совокупность которых и составляет общий процесс проектирования системы (рис. 5.2). Числа на рисунке соответствуют номерам шагов, описанных ниже. Для удобства читателя в тексте приводятся номера глав, в которых подробно рассматривается соответствующий конкретный вопрос.

Фаза 1. Формирование стратегии

Шаг 1. Определение проблемы

Читатель, конечно, согласится с тем, что попытка разрешить трудности, присущие каждому из шагов, требует проведения существенных упрощений. Шаг, на котором производится определение проблемы, может служить хорошим примером препятствий, которые должны быть преодолены. Определение проблемы является, пожалуй, одним из наиболее ответственных шагов во всем процессе — шагом, на котором базируется весь остальной процесс проектирования.

На определение проблемы влияет миропонимание ЛПР: как ЛПР интерпретирует реальные факты в рамках системы «реальность — миропонимание — система познания — истина», которая была описана выше. Мы напомним о примерах, приведенных в предыдущей главе, которые показывают, как при различном миропонимании по-разному воспринимают одни и те же факты реальности и соответственно приходят к разным определениям проблемы.

Определение проблемы не существует само по себе. Оно сложным образом связано с другими функциями процесса проектирования и зависит от них, что будет показано ниже. Эти функции процесса проектирования названы шагами и описываются в той последовательности, в которой они используются в процессе проектирования.

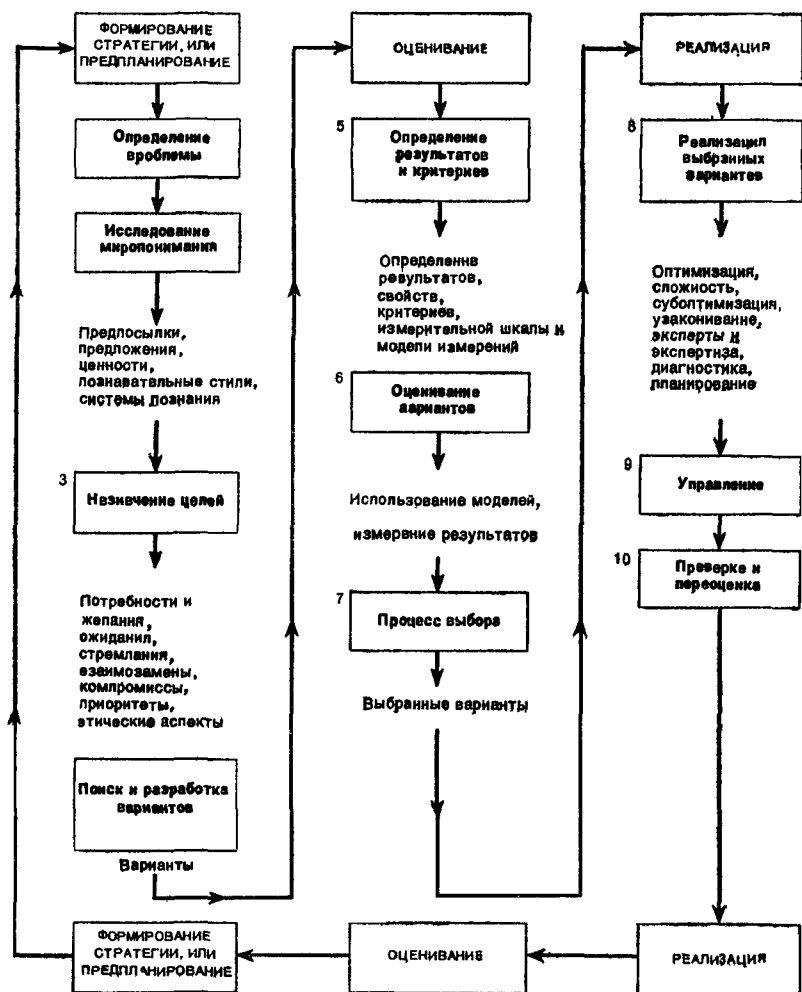


Рис. 5.2. Процесс проектирования систем.

Другой многообещающий путь, дающий возможность разобраться в процессе проектирования систем, состоит в выделении нескольких замкнутых контуров, охваченных более крупными по размеру контурами. Такой подход позволяет представить сложную процедуру как совокупность отдельных небольших процедур. Эта модель, заимствованная из области программирования для ЭВМ, хорошо подходит к описанию процесса проектирования систем.

Таким образом, определение проблемы является ответственным этапом, на котором определяется следующее:

а) реципиенты, или потребители, нужды которых должны быть удовлетворены;

б) непосредственно потребности, подлежащие удовлетворению;

в) способ определения степени удовлетворения потребности;

г) круг участников проекта: проектировщиков, планировщиков, ЛПР и др.— всех тех, кто может влиять на проект или испытывать на себе влияние последнего (специальное внимание должно быть уделено рассмотрению интересов каждого участника);

д) критическая оценка миропонимания участников проекта (см. ниже шаг 2);

е) общее описание (без детализации) тех методов, которые будут использоваться для решения задач;

ж) границы системы — любые предположения или ограничения, которые будут влиять на решение или на его реализацию;

з) объем имеющихся ресурсов по сравнению с требуемыми;

и) разумные надежды на систему, а не безосновательный оптимизм тех, кто считает, что данный проект даст исчерпывающее решение проблемы.

Шаг 2. Исследование миропонимания потребителей и проектировщиков

Признавая, что миропонимание проектировщиков играет значительную роль в формировании их образа реальности, чрезвычайно важно описать и понять свойственные им предпосылки, предположения, познавательные стили и системы познания. Миропонимание ЛПР подобно цветным очкам, через которые воспринимаются и организуются разрозненные факты реальности. Соответственно ЛПР следует быть осведомленным о миропонимании потребителей, чтобы предложить план, который согласовывался бы с их потребностями и ожиданиями. Мы особенно подчеркиваем необходимость априорного согласования перед началом проектирования системы и согласования на каждом шаге процесса проектирования, как это было показано в примере на рис. 4.4.

Читатель легко увидит несоответствие реальности статической модели, приведенной на рис. 5.2, где этап исследования миропонимания следует за этапом определения проблемы. Как и на всех фазах процесса проектирования систем, все факторы здесь взаимодействуют друг с другом. Определение проблемы зависит от миропонимания проектировщика, потребности

питают цели, которые могут в свою очередь влиять на определение проблемы, и т. д. Порядок функций процесса проектирования весьма относителен. О выбранном их порядке можно говорить лишь как о наилучшем из возможных описаний вышеупомянутого непрерывного кибернетического метода работы в условиях постоянных изменений.

Шаг 3. Назначение целей

В процессе назначения целей и определения стремлений учитываются:

- 3.1. Потребности и желания (гл. 6).
- 3.2. Ожидания и стремления (гл. 6).
- 3.3. Взаимозамены, компромиссы и приоритеты (гл. 6).
- 3.4. Этические аспекты систем (гл. 7).

Процесс назначения целей затрагивает всех проектировщиков, потребителей и других лиц, которые имеют какое-либо отношение к затратам на проект системы и (или) к прибылям от его реализации. Должен быть построен сходящийся процесс, который путем учета относительной важности интересов приведет к формированию целей, устраивающих всех (гл. 16).

Цели и стремления отличаются по степени абстракции. Цель, или высокие помыслы,—весьма общий термин, в то время как стремление—более конкретный, конструктивный термин, определение которого должно включать в себя метод измерения степени его достижения.

Процесс назначения целей подразумевает также рассмотрение поведения уже спроектированной системы, т. е. оценку ее влияния на потребителей, для которых она предназначена. Этические аспекты проектирования систем (гл. 7) связаны с социальной ответственностью участников, в частности проектировщиков, за результаты своего проекта. Этические вопросы возникают в связи с оцениванием возможных выгод и вредных последствий, которые может принести реализация систем. Важно сравнить эти противоречивые результаты с целью увеличения выгод и минимизации вреда. Критерии оценки должны быть такими, чтобы выгоды достигались не за счет ущемления чьих-то интересов.

Шаг 4. Поиск и разработка вариантов

В зависимости от рассматриваемой проблемы необходимо создавать варианты решения, программы, возможные процессы или проекты систем для того, чтобы реализовать свои стремления. Поиск и разработка вариантов зависят от имеющихся ограничений на время, цену и ресурсы. Кроме этого, поиск вариантов ограничивается багажом знаний проектировщиков си-

стемы и тем фактом, что для выбора наилучшего варианта можно сравнить лишь небольшое число вариантов.

4.1. Варианты программы и взаимосвязи участников. Предлагаемые системы или программы всегда должны сравниваться на основе системного подхода, т. е. должны быть рассмотрены все те участники, которые влияют на проектируемую систему и ее подсистемы или сами испытывают ее влияние. Создаются матрицы «программы — участники (органы)», которые дают возможность проследить связи между программами и ЛПР, программами и потребителями, программами и затратами, затратами и их эффективностью и т. д. (гл. 1).

4.2. Определение результатов. Для того чтобы оценить преимущество одного варианта перед другим, необходимо выявить результаты и следствия всех допустимых вариантов; желательно учитывать при этом вероятность их появления.

4.3. Достижение согласия. Процесс «узаконивания решения», в котором проектировщики получают одобрение своих заказчиков, требует, чтобы заказчики участвовали в определении стремлений так же, как и в формировании вариантов. Мы обращаем внимание на необходимость реализовать такое взаимодействие в процессе проектирования как можно раньше (см. гл. 16).

Фаза 2. Оценивание

Шаг 5. Определение результатов, свойств, критериев, измерительной шкалы и модели измерений

5.1. Определение результатов. Варианты приводят к выходам и результатам. Определение результата — один из наиболее трудных аспектов процесса проектирования систем, особенно при работе с мягкими системами. Вплоть до недавнего времени все результаты, кроме непосредственно материальных, не принимались во внимание. Это объяснялось следующим, весьма распространенным утверждением: если результат не может быть измерен, то нечего его и рассматривать. Мы же полагаем, что любой результат, который может быть обнаружен, подлежит измерению (гл. 8 и 9).

5.2. Определение свойств и критериев. Определение результатов не может быть оторвано от проблемы выделения тех свойств, на основании которых эти результаты в дальнейшем смогут быть измерены, хотя сами результаты и соответствующие им количественные меры (которые также называют *мерами эффективности*) следует отличать друг от друга. Количественные меры используются для того, чтобы оценить степень, в которой программы и варианты отвечают предварительно

установленным целям. Меры эффективности выполняют роль связующего звена между фазой формирования стратегии и фазой оценивания в цикле проектирования. Задача проектировщика систем состоит в том, чтобы найти подходящие меры эффективности для каждого результата. Свойства, конечно, могут быть измерены путем измерения результатов того процесса, который они характеризуют. Следовательно, температуру нельзя измерять в секундах; мы ее измеряем по показаниям ртутного столба. Нервное напряжение оказывается возможным измерить непосредственно по учащенному ритму сердца или повышенному кровяному давлению. Косвенные измерения посредством использования каких-либо признаков поведения человека могут быть не менее эффективными. К выбору каждого свойства следует подходить критически в смысле соответствия используемой меры поставленным целям. Содержание смол и никотина в сигаретах мало кого интересует, хотя существует метод пересчета количества миллиграммов смол и никотина в количество месяцев, на которое сокращается продолжительность жизни из-за курения (гл. 8 и 9), и люди убедились в прямой причинной зависимости между курением и раком легких.

5.3. Определение измерительной шкалы. После определения свойств следует их измерить. Понятие «сила шкалы» относится к числу степеней свободы, которое присутствует в методе измерений. Если явления и их свойства могут быть описаны и объяснены, то они обычно поддаются и какому-то количественному исследованию. Таким образом, всегда существует измерительная шкала. Простая классификация подразумевает использование простейшей из шкал — шкалы наименований. Если же явления и их свойства могут быть как-то ранжированы, то переходят к порядковой шкале. Дальнейшее усовершенствование шкалы зависит от введения дополнительных ограничений на число степеней свободы исследуемых явлений (гл. 8).

5.4. Определение модели измерений. Модели измерений используются для перехода от наблюдений к числовым функциям, описывающим изучаемые свойства. Эти модели также включают в себя средства объяснения событий и явлений и позволяют сформулировать и обосновать стратегию формирования решений (гл. 8).

5.5. Определение пригодности данных. При рассмотрении большинства шагов предполагалось, что данные, используемые при выборе и оценивании свойств, достоверны и пригодны для обработки. Уже на самой ранней стадии процесса проектирования системы исследователь должен выяснить: а) какие источники информации (книги, статьи, документы) имеются в его распоряжении, б) оценить их соответствие целям проекта,

Шаг 6. Оценивание вариантов

6.1. Использование моделей. Невозможно заранее точно определить, как различные предложенные решения проблемы следует оценивать и сравнивать. В этом отношении весьма плодотворным оказалось использование моделей хотя бы потому, что оно стимулирует ЛПР формализовать задачу. Модель может состоять лишь из списка рекомендаций, а может содержать и абстрактные математические построения. В любом случае модель следует рассматривать как определенную формализацию проблемы, что облегчает получение ее решения. Необходимо отметить, что с использованием моделей как методологии поиска решений связано растущее опасение того, что ЛПР могут полностью заменить реальность моделями. Это было бы весьма нежелательно, так как модель всего лишь суррогат реального мира.

Невозможно в одной работе охватить все существующие модели и методы решений, строящиеся на их основе. В некоторых главах книги мы обсуждаем отдельные аспекты построения различных моделей принятия решений.

1. Модели измерений (гл. 5).

2. Модели принятия решений, которые дают возможность оценивать различные варианты и соответствующие им результаты с единых формальных позиций. Такие модели дают стандартную процедуру вычисления и сравнения ресурсов и результатов, затрат (издержек) и прибылей и иных характеристик, связанных с эффективностью систем. Модели принятия решений могут быть одно- и многоцелевыми в зависимости от того, отражает целевая функция одну или несколько целей. Одноцелевые модели, такие, как модели типа издержки — прибыль, быстро уступили место более сложным многомерным моделям, в которых учитывается несколько свойств объекта (гл. 11).

3. Модели достижения компромиссов, которые помогают оценить сравнительные достоинства конфликтных целей и результатов (гл. 6).

4. Многомерные модели, обычно используемые для оценивания достоинств сложных вариантов при наличии нескольких неизомеримых характеристик (гл. 11).

5. Оптимизационные модели, образующие специальный класс моделей принятия решений. Для их построения обычно требуется описание всей системы в целом, однако такие модели дают возможность получить лишь локальный экстремум (гл. 12).

6. Модели оценок и достижения согласия — особый тип многомерных моделей принятия решений, упомянутых выше,

Они используются, в частности, при количественном измерении мнений и при переходе от множества индивидуальных мнений и разрозненной информации к обобщенным глобальным оценкам (гл. 17).

7. Модели систем познания и эпистемологические модели, показывающие, как исходя из конкретных методов рассуждения может быть получена истина (гл. 17).

8. Модели диагностирования, описывающие процедуры систематизированного поиска в случае каких-либо сбоев в работе систем. С их помощью можно учесть как скачкообразные, так и постепенные изменения, происходящие в исследуемой системе. Модели диагностики связаны с более широким классом моделей таксономии (гл. 7 и 9).

6.2. Измерение результатов работы мягких систем. В области мягких систем должна быть развита специальная логика, новые методы и подходы. Оценивание вариантов и результатов работы мягких систем требует, чтобы предпосылки, на которых основаны традиционные научные методы и научная парадигма, были эпистемологически переоценены в свете тех различий, которые существуют между областями естественных и общественных наук (гл. 9).

Шаг 7. Процесс выбора

Реализация выбора влечет некоторое действие, и ее целесообразно рассмотреть в следующей фазе системной парадигмы. Однако мы упоминаем о выборе именно здесь, в связи с фазой 2, для того, чтобы отметить, что различные варианты и результаты в конце концов приводят к одному проекту. Результат достигается путем объединения технических, экономических, социальных и политических аспектов в одном проекте для того, чтобы сделать его практичным, осуществимым и приемлемым для потребителей.

Фаза 3. Фаза реализации

Шаг 8. Реализация выбранных вариантов

8.1. Реализация решения является, быть может, самой трудной и чреватой неудачами фазой проектирования систем. Выше были приведены аргументы в пользу того, что проектирование социальных систем не может считаться завершенным до тех пор, пока проект не реализован на практике. Нет никакого смысла отстаивать даже изящное решение, если его нельзя использовать практически. Данная точка зрения вполне согла-

суется как с философским обоснованием объективности и беспристрастности науки (гл. 20), так и с необходимостью вовлечения специалистов по проектированию системы в процесс управления ею (гл. 15). Данные специалисты должны стремиться к оптимизации целевой функции или максимизации мер эффективности своего проекта. Однако оптимизация (гл. 12) возможна лишь в случае замкнутой модели системы, где предположения и ограничения точно определены. Противоположные цели, невозможность четко определить модели открытых систем, учитывающих сложность реального мира (гл. 13 и 14), — все это не дает возможности достичь оптимума, теоретически существующего для такой модели. В лучшем случае здесь можно достичь локального экстремума, который не отвечает всем критериям оптимальности системы. Таким образом, неизбежен переход к субоптимизации (гл. 13 и 14), или к компромиссу, состоящему в использовании комбинации согласованных субоптимумов, которая соответствует взвешенной комбинации целевых функций.

8.2. Узаконивание и согласование. Одобрение и реализация проекта системы начинается с одобрения целей и возможных вариантов заказчиком системы и формирования стратегий решения (см. шаг 3 и п. 4.3). Достижение согласия включает процесс узаконивания и предполагает использование модели достижения согласия, на основании чего предложения проектировщиков и запросы заказчиков совместно анализируются, и таким образом разрешаются конфликты. Для измерения точности и достоверности мнений участников процесса проектирования и степени их продвижения к соглашению используются специальные методы (гл. 16 и 17).

8.3. Эксперты и экспертиза. И в авторитарной, и в коллективной теориях согласования эксперты играют центральную роль при проектировании и реализации системы. Проектирование мягких систем требует нового типа экспертов. Их системы опознавания должны сочетать точную формулировку имеющихся знаний, в том числе и подсознательных, с критической оценкой интуитивно воспринимаемой реальности. Диагностика неисправностей систем требует проведения экспертизы специального типа (гл. 17). Функции планирования мы рассмотрим в гл. 19.

Шаг 9. Управление системами

Управление системами предполагает сравнение выходных сигналов и результатов с имеющимися на них стандартами. Кроме того, необходимо располагать возможностью регулирования и подстройки системы — приведения ее к расчетному

режиму так, чтобы обеспечить стабильность и движение системы к поставленным целям (гл. 18).

Шаг 10. Проверка и переоценка

Проверка результатов приводит к переоценке проекта системы. Как показано на рис. 5.1 и 5.2, процесс проектирования систем включает в себя фазы формирования стратегии, оценивания и реализации, причем имеется обратная связь от фазы реализации к фазе формирования стратегии, которая оказывает воздействие после проведения оценки полученных результатов.

ЦЕЛИ, ПРИОРИТЕТЫ И КОМПРОМИССЫ

1. Цели организаций¹⁾

Должно ли быть получение максимальной прибыли главной целью предприятия?

В последние годы серьезному сомнению со стороны управленческого аппарата подвергается тот тезис, что главная цель предприятия — достижение максимальной прибыли.

Идея о получении максимальной прибыли как о цели фирмы проистекает из ранних трудов по классической экономике и может быть глубоко понята лишь в рамках микроэкономических моделей фирмы, функционирующей в условиях конкуренции. Ранние классические экономические теории представляют собой хороший пример нормативных теорий — теорий, которые определяют принципы и правила, регламентирующие функционирование системы. В этом контексте «человек как элемент экономики» есть предельно рациональный субъект, стремящийся максимизировать эффективность своего потребления как потребитель и свою прибыль как производитель. Он исчерпывающе информирован о всех имеющихся у него возможностях и выбирает ту из них, которая оптимизирует его предпочтения как потребителя и его прибыли как производителя. Человек в данном случае не выступает как индивидуум или как некая организация. Скорее целостная фирма является индивидуумом, и действующие лица в этом случае лишены черт личности. Поскольку в настоящее время фирма и организация рассматриваются как группы индивидуумов, наделенных характерами, принципы экономической теории должны учитывать человеческие проблемы и проблемы групповых взаимодействий. В этом новом контексте фирма больше не выступает как нечто единое и цель, состоящая в получении максимальной прибыли, едва ли объяснима [1].

Получение максимальной прибыли перестает быть той единственной целью, которая довлеет над промышленным управленческим аппаратом [2]. Причины этого очевидны.

¹⁾ Автор благодарит д-ра К. Т. Кёхлера за содействие в работе над первой частью данной главы.

Необходимость замкнутой модели

Получение максимальной прибыли, как и любая оптимизация, может быть реализовано лишь в замкнутой модели. В этом случае известны все предположения, а причины, влияющие на результат, могут быть описаны в форме математических функций, максимумы которых можно определить. Довольно трудно рассматривать рыночную экономику, деловую сферу, промышленную корпорацию и даже большой универсальный магазин самообслуживания как замкнутые системы. То, что эти системы могут быть в принципе реализованы по образцу замкнутых систем, для которых возможно вычислить максимальную ожидаемую прибыль, не вызывает сомнения. Однако результаты, полученные на основании такой модели, не дают представления о главных линиях поведения лиц, управляющих системой, для достижения желаемых целей.

При анализе получения максимальной прибыли с помощью модели невозможно учесть все сложности реального мира, не существует моделей оптимизации, полностью отражающих все стороны деятельности организации. Для исследования деловых промышленных ситуаций более всего подходят имитационные модели, но они весьма дороги и используются поэтому лишь в специальных случаях. Появление имитационных систем общего назначения [3], использование эвристического программирования [4] и оперативных вычислительных систем, работающих в реальном времени, приближает тот день, когда ЛПР смогут мгновенно принимать решения по возникающим проблемам. Уже сейчас такие системы дают возможность получить список всех вариантов со сравнительными оценками их достоинств и недостатков. Таким образом, ЛПР могут объединить свои интуитивные способности с возможностью мгновенного поиска нужной информации. Хотя это и будет гарантировать получение более качественных решений, по-прежнему нет никакой уверенности в том, что эти решения приведут к оптимуму или по крайней мере к состоянию системы, близкому к оптимальному. Методологическим трудностям, связанным с получением оптимума при проектировании систем, уделяется внимание в гл. 13 и 14.

Максимизация при ограничениях

Максимизацию прибыли, если это в принципе возможно и выполнимо, проводят при учете ограничений неколичественного характера. Эти накладываемые ограничения обусловлены другими системами, составляющими ее окружение. Следовательно, лицо, управляющее промышленной фирмой, испытывает воздействие определенных факторов: обязанностей, оказываемого

внешнего давления, требований, предъявляемых к нему сотрудниками фирмы, конкурентами, коллегами, государственными органами всех уровней. Все эти внешние системы стремятся получить какую-то часть доходов фирмы. Таким образом, проблема получения максимальной прибыли связана с рядом ограничений. Такую задачу можно решить математически в том случае, если ограничений не слишком много (что, вообще говоря, довольно нереально) и если их можно свести к математической функции типа функции Лагранжа. Однако применение такой модели ограничивается лишь случаем достаточно гладких функций, которые не так уж часто встречаются в действительности [5].

Человек как элемент экономической системы и как элемент организационной системы

Важный вопрос состоит в том, действительно ли бизнесмены и управленческий состав могут стремиться к достижению такой цели, как получение максимальной прибыли. Саймон говорит по этому поводу: «В то время, когда человек как элемент экономической системы стремится к максимизации целевой функции... человек как элемент организационной системы стремится к достижению состояния равновесия... Человеку свойственно... стремление именно к равновесию, а не к максимизации в силу свойств разума» [6].

Руководитель не является элементом экономической системы в смысле теории микроэкономики, т. е. он не исчерпывающе информирован и не действует раз и навсегда заданным образом. Более того, руководитель является именно элементом организационной системы, включенным во все сложные переплетения находящейся в постоянном движении деловой среды. Тезис максимизации прибыли должен быть заменен на отвечающий в большей степени реальности тезис достижения удовлетворительного равновесного состояния.

Дискреционная прибыль

Дискреционная прибыль [часть прибыли, предоставляемая на усмотрение лица, осуществляющего функции управления.— *Перев.*] характеризует разницу между максимальной прибылью, о получении которой можно было бы объявить акционерам фирмы, и ее действительной величиной, выплачиваемой акционерам. Разница, которая могла бы пойти на увеличение ежегодного чистого дохода, характеризует степень свободы действий, которой обладает лицо, управляющее системой, при выплате ежегодных дивидендов держателям акций или владельцам предприятия [7],

Классификация целей

Цели имеют множество аспектов и непрерывно преобразуются под влиянием изменений, происходящих в динамической системе, стремящейся к достижению этих целей. У некогда сформированных организаций с течением времени возникают новые, свои собственные потребности, иногда становящиеся превалирующими. Поэтому весьма непросто точно определить природу целей, так как начальные цели трансформируются в цели приобретенные и «цель организации становится слугой скорее самой организации, чем ее руководителя» [8].

Доунс так охарактеризовал типы целей государственных служащих [9]:

Конечные цели, связанные с воззрениями индивидуума на смысл и цель своего существования.

Общественные цели — цели, затрагивающие основные правила поведения (соображения, которыми следует руководствоваться при принятии решений, являясь членом общества).

Основные политические цели — цели, имеющие отношение к социальным, политическим и экономическим стратегиям, следование которым, как считает индивидуум, обязательно для правительства.

Главные личные цели, связанные с частной жизнью служащих. К этому типу целей относятся власть, деньги, престиж, комфорт, безопасность, удовлетворение работой, желание служить интересам общества и т. д.

Цели, специфические для данной организации.

Читатель, конечно, заметил, что принципиальные различия между вышеприведенным списком целей и тем списком, который включал бы иерархию целей лиц, работающих на частных предприятиях, отсутствуют. Эта иерархия также будет связана с системой ценностей, содержащей несколько уровней целей в соответствии с вышеприведенным списком. Модели, описывающие процесс определения целей, могут с успехом применяться для формирования иерархии целей индивидуума и для формирования его системы ценностей. Считается, что служащие частного предприятия не могут прямо следовать своим основным целям, минуя интересы предприятия. В этом одно из отличий положения личности в частной и государственной организациях. Другие различия могут лежать в природе цели как объекта, но не в процессе достижения цели.

Еще одна классификация целей

Перроу предложил следующую классификацию целей организации [10]:

1. *Общественные цели*, которые имеют отношение к удовлетворению потребностей общества. Правительство непосредственным образом вовлечено в процесс производства товаров и услуг и служит этим целям. Промышленные корпорации выполняют такую обязанность путем выделения на это некоторой части своих ресурсов.

2. *Цели, связанные с результатами работы организации*. Такие цели имеют отношение к потребителям продукции данной организации и меняются с изменением нужд потребителей. Мы являемся свидетелями быстрого увеличения частной деловой активности в сферах, традиционно обслуживавшихся государственными организациями, и наоборот. Такое положение вызывает перестановку и взаимозамену целей, поскольку часто бывшие потребители и производители меняются местами.

3. *Цели системы*, которые представляют особую важность для проектировщиков систем. Здесь Перроу проявляет интерес к исследованию влияния служащих фирмы на производственный процесс и на структуру организации, а не на такие более частные характеристики, как объем продукции, темпы увеличения прибыли и экономического роста, признаки достижения равновесия, стабильности, приближения банкротства, моральное устаревание продукции и т. п. Целями системы, по-видимому, являются ее выживание и адаптация к меняющимся внешним условиям. Примеры того, как корпорации добиваются успеха или терпят неудачу, — это по существу примеры их способности или неспособности следовать этим меняющимся со временем целям. Организацию здесь можно рассматривать как открытую систему, к которой может быть применена системная парадигма для раскрытия динамических свойств системы и для использования в дальнейшем инструментария общей теории систем [11, 12].

4. *Цели, связанные с характеристиками продукции*. Эти цели имеют отношение к тому, какими хотела бы видеть организация результаты своей работы, будь то продукты или услуги. Естественно, что эти цели влияют на стратегию организации. Иногда эти цели заменяют целями системы. Так поступают в том случае, когда цель состоит, например, в увеличении ценности акций, а не в увеличении прибыли путем производства какого-либо конкретного товара.

5. *Производные цели*, связанные с тем влиянием, которое организации, будучи социальными образованиями, оказывают на свое окружение благодаря своему экономическому или социальному содержанию. Несение возложенной социальной ответственности входит в данную категорию производных целей.

Потребности организаций меняются со временем. Стоящим упоминания примером является связь целей с текущими зада-

чами и со структурой управления в больницах различного типа [13]. Можно привести также примеры того, как различия в отношении к целям влияют на поведение различных сотрудников организации. К определению целей можно подойти с позиций: а) того вклада, который деятельность организации вносит в общество, б) официального установления целей, в) потребителей, исполнителей и персонала фирмы. В работе [14] показано, как эти различия влияют на структурирование и функционирование организации и предвосхищают современные тенденции развития организаций. В работе [15] исследованы достоинства согласованных целей и различных целей и то, как этот момент можно разумно использовать.

Формирование решений административными органами

В действительности наблюдаются отклонения от прогнозов формальных моделей принятия решений вследствие наличия:

1) большого числа задач, целей и стратегий, с которыми приходится иметь дело ЛПР;

2) ограничений на объем информации, ее цену и доступность;

3) потребностей, запретов, неравноценности членов организации;

4) проблем и трудностей, которые возникают у людей из-за различий во мнениях, позициях, возможностях [16].

Все подобные случаи должны быть в какой-то мере отражены в моделях. Модели должны предвидеть все это хотя бы в общих чертах. Общеизвестно, что ЛПР должны работать с «удовлетворительными решениями» в смысле Саймона. Использование решений, которые, не будучи оптимальными, нас удовлетворяют, происходит повсеместно. Административные органы «а) ожидают возникновения несоответствия между тем, что было запланировано, и тем, что имеет место в действительности, прежде чем изменить свою стратегию; б) регулируют требования, но не меняют принятого решения; в) используют стандартные процедуры для упрощения сложных ситуаций; г) не уходят далеко от своей обычной деятельности» [17]. Итак, «процедуры, которые ЛПР используют на практике,— это процедуры получения удовлетворительных решений, в то время как получению оптимальных решений препятствует ряд ограничений» [17].

II. Приоритеты

Приоритеты можно рассматривать как формализацию назначения различных весов свойствам решения с целью придать

большую важность одним свойствам и меньшую — другим. Они являются важным элементом при формировании стратегии и принятии решений. Приоритеты — это вид иерархии, когда определенным целям отдают предпочтение по сравнению с другими. Назначение весов диктуется и политической целесообразностью, и требованиями общественности, и текущим моментом, и результатами формального анализа.

Приведем пример. Государственное бюджетное управление предложило классифицировать все виды расходов по таким категориям, как торговля, транспорт, образование, безопасность, здравоохранение, окружающая среда, государственный аппарат. В свою очередь, каждая из этих основных категорий содержит несколько более мелких категорий — программ. Данная классификация находится в соответствии с принципом целевого планирования. Согласно этому принципу расходы следует рассматривать не по ведомственному признаку, а в зависимости от целей и потребителей. Если правительственная администрация хочет сделать упор на развитие транспорта, то всем программам, связанным с транспортом, должен быть приписан более высокий приоритет, чем любым другим бюджетным программам. Таким образом, один аспект правительственной деятельности предпочитают другому.

Мы часто слышим высказывания, что президент или администрация должны переупорядочивать национальные приоритеты. В этих высказываниях и содержится признание наличия разных весов у различных программ и, следовательно, различий в распределении бюджетных ассигнований. Когда президент Кеннеди принял решение о том, что Соединенные Штаты должны послать космонавта на Луну до конца 1970 г., он отдал предпочтение соответствующей программе, вследствие чего бюджет НАСА был увеличен. После успешного завершения программы несколькими годами позже бюджет НАСА был вновь урезан. Исследование Луны и планет отступило на второй план по сравнению с так называемыми земными устремлениями, получившими более высокий приоритет. В пятилетних планах, обычно используемых, например, во Франции, СССР, Индии, находит отражение изменение приоритетов во времени.

Назначение приоритетов требует осуществления непростого выбора среди противоположных целей. Рассмотрим, например, цель на национальном уровне: непрерывный экономический рост, измеряемый валовым национальным продуктом (ВНП) (см. гл. 10). Экономический рост означает, что производится, в частности, все больше и больше автомобилей, а следовательно, возрастает перегрузка уличного движения, что строится все больше заводов, и тем самым увеличивается загрязнение окружающей среды. Следовательно, налицо серьезный конфликт

между достижением цели экономического роста и цели уменьшения угрозы нашему здоровью. Кое-кто предлагает для уменьшения такой угрозы ограничить рост населения. Другой путь — уменьшение темпов экономического роста, — по мнению многих, привел бы к спаду и даже к депрессии. Каким же образом можно уменьшить загрязнение среды без замедления темпов экономического роста? Отказ от использования сверхзвуковых транспортных средств, возможно, является оправданным вследствие их угрозы для окружающей среды, однако он может нарушить сложившийся торговый баланс и повлечь рост безработицы. Дебаты по этому поводу были сконцентрированы вокруг дилеммы между защитой окружающей среды и экономическим ростом. Какое же решение принять? Как плюсы и минусы этих двух конфликтных целей могут быть сравнены для того, чтобы установить хотя бы видимость их разумного приоритета? Очевидно, что нет ни одного безоговорочного аргумента ни за, ни против. Однако принять решение все же необходимо. В следующей главе мы будем рассматривать вопросы достижения согласия — искусства нахождения наилучшего пути разрешения конфликтов. Различные мнения сначала должны быть проанализированы на «рациональной основе», так как не исключено, что проблема решается достаточно просто. Как указано в работе [18]: «Нам нужен комбинированный стандарт для вынесения суждений о желательности тех или иных решений, который позволял бы учесть их политические и идеологические качества и формальные характеристики».

III. Взаимозамены и компромиссы

Компромиссное решение

Выбор среди противоположных целей неизбежно ведет к вырабатыванию и использованию компромиссов. Необходимость в нахождении компромиссов возникает в том случае, когда нельзя достичь одновременно всех целей. «На практике оптимизация подразумевает и реализацию процесса достижения компромиссов, когда значения одних управляемых параметров уменьшаются, в то время как других увеличиваются. Это означает, что оптимальное решение — не абсолют, не неизменный императив, а достигнутый в результате согласований компромисс» [19].

Задача согласования противоположных целей становится все более насущной по мере уменьшения наличных ресурсов. Выбор должен быть осуществлен не только среди целей, но и среди тех средств, с помощью которых достигаются эти цели.

Примеры компромиссов

Поскольку средства и цели влияют друг на друга, компромисс целей может зависеть от компромисса средств. Решение об использовании лесных ресурсов может лежать в широком спектре — от полной вырубке лесов до их полной консервации. Это решение не может быть принято без изучения тех возможностей, которые имеются по замене древесины другими материалами и по воспроизводству лесов. При выборе между политикой ограничения рождаемости и политикой бесконтрольного роста населения внимание следует уделить тем методам, которые используются для достижения цели. Так, реализация политики ограничения рождаемости должна быть связана с такими проблемами, как обеспеченность продуктами питания, религия, половое воспитание и др.

Как свидетельствуют следующие примеры, компромиссы имеют место во всех ситуациях, связанных с принятием решения.

Пример 1. При транспортировке отходов производства, что связано с проблемой очистки контейнеров, возникает дилемма между многократным использованием контейнеров, что влечет высокие издержки по их обработке и оплату за возврат, и разовым использованием контейнеров, что снижает издержки по обработке, но увеличивает расходы на изготовление контейнеров. В этом случае компромиссы могут быть самыми различными, все зависит от уровня их рассмотрения. То, что может показаться подходящим для производителя контейнеров или для производителя содовой воды, пива и косметики, может оказаться неприемлемым на уровне потребителя или общества в целом. Первые накладывают на последних обязанность оплатить стоимость контейнеров разового пользования. Например, бутылки фигурируют как часть доходов производителя, в то время как стоимость очистки от них пляжей становится бременем для города или даже страны (см. обзорный вопрос 62 в конце книги).

Пример 2. В качестве меры для преодоления экономического спада ряд экономистов предлагает увеличить денежные пособия, что, по их мнению, будет стимулировать экономику и уменьшит безработицу. Но с другой стороны, это может привести к инфляции, что вызовет уменьшение реальных доходов и понизит реальный экономический рост.

Пример 3. Компромисс в том же духе необходим, когда принимается решение построить новый завод в живописной местности. Стоят ли дополнительные рабочие места, доходы и налоговые суммы того, что увеличится загрязнение природы? Деньги связаны с непосредственными материальными аспектами

жизни, их легко учесть при формировании решения. А как учесть загрязнение природы? Здесь возникают компромиссы, требующие количественной обработки мнений и ценностей, что представляет собой серьезную методологическую проблему. Эта проблема будет более детально исследована в связи с этическими аспектами проектирования систем, социальной ответственностью и системой ценностей (гл. 7), а также в связи с проблемой измерения применительно к общественным наукам (гл. 9).

Пример 4. Постоянная полемика ведется вокруг деятельности администрации службы леса США — органа, призванного уделять равное внимание восстановлению лесов, заготовке древесины, защите бассейнов рек, охране пастбищ. Здесь имеет место многокомпромиссная ситуация, когда требуется, чтобы все пользователи были удовлетворены как сейчас, так и в будущем. В настоящее время никаких правил для решения этой проблемы нет.

Пример 5. В области производства для поддержания на должном уровне качества продукции производитель, уделяя большее внимание контролю продукции, получает меньше жалоб потребителей, напротив, уменьшение внимания (и соответственно затрат) к контролю приводит к увеличению количества жалоб. При составлении плана приемки произведенных изделий должны быть сопоставлены стоимость решения по браковке изделий, в то время как в действительности они хорошие (это называется *риском производителя* и обычно обозначается через α — ошибка 1-го рода), и стоимость решения по приемке изделий, в то время как в действительности они некачественные (это *риск потребителя*, обычно обозначаемый через β , — ошибка 2-го рода). Правильно сформированные планы должны балансировать эти цены [20] (см. рис. 6.1, а).

Пример 6. Похожая ситуация возникает у производителя автомобилей. Для него важно найти компромисс между такими крайними ситуациями, в которых снижение расходов на контроль качества продукции приводит к увеличению затрат на гарантийный ремонт и, наоборот, увеличение затрат на контроль снижает затраты на ремонт по гарантии. Здесь решение состоит в определении подходящего уровня строгости контроля, который минимизирует суммарные затраты на контроль и гарантийный ремонт (см. рис. 6.1, б).

Пример 7. При формировании стратегии эксплуатации изделия должны сопоставляться стоимость профилактического ремонта через определенные интервалы времени и стоимость устранения неисправностей, возникающих вследствие отсутствия текущего ухода [21].

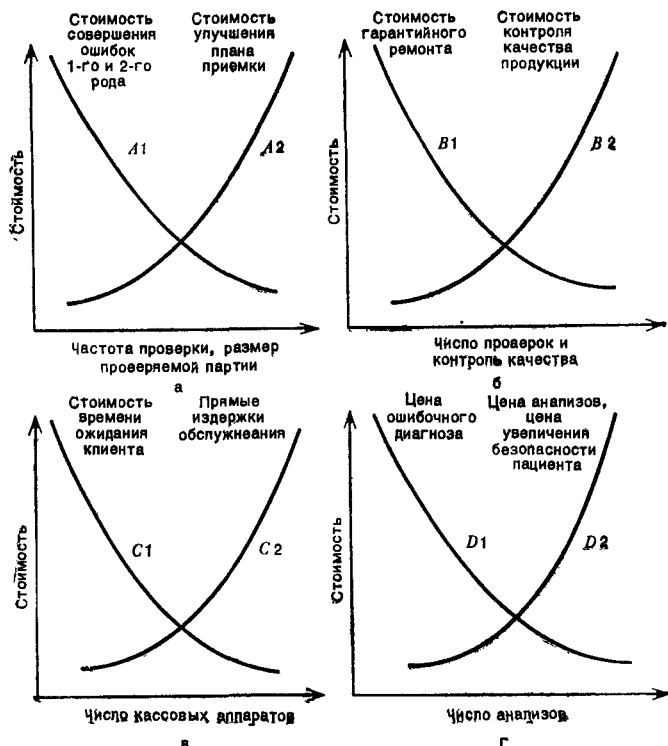


Рис. 6.1. Примеры компромиссов, вызванных конфликтными ситуациями: а) при формировании стратегии сдачи и приемки продукции, б) при гарантийном обслуживании, в) при массовом обслуживании заявок, г) при поставке медицинского диагноза. (См. также рис. 13.4.)

Пример 8. В ситуациях, связанных с массовым обслуживанием заявок и очередей, издержки по увеличению количества пунктов обслуживания должны сравниваться со стоимостью возможного ожидания обслуживания в очереди. Однако вследствие улучшения качества обслуживания и сокращения времени ожидания, например в результате неполной загрузки оборудования, его стоимость растет [22]. Рис. 6.1, в иллюстрирует компромисс в такой системе обслуживания, как универсальный магазин.

Пример 9. В гл. 13 и 14 мы будем рассматривать проблему сложности. Рис. 13.4 дает представление о типах компромиссов, вызванных увеличением размеров системы. Расширяющаяся система охватывает те области, которые раньше являлись внешними по отношению к ней, в связи с этим уменьшается опасность

упустить из рассмотрения что-либо важное. При этом, однако, человек бывает не в состоянии справиться с возросшей сложностью системы, так что решение проблемы становится невозможным.

Пример 10. При диагностике заболевания врач должен сравнить решение по продолжению исследований с целью установить природу болезни более точно и, таким образом, назначить более подходящее лечение с решением по прекращению исследований, т. е. с опасностью увеличения вероятности ошибочного диагноза и, следовательно, неправильного лечения. Решение должно учитывать цену исследований, цену продления неудобств и страданий пациента, риск опоздания начать лечение. На другой чаше весов лежит цена установления ошибочного диагноза и его последствий [23] (см. рис. 6.1, а). (Проблема диагностирования подробно обсуждается в гл. 17.)

Пример 11. При размещении по районам городских служб общественной безопасности эффективность их деятельности может быть измерена по степени предотвращения преступлений и по другим результатам, например по количеству спасенных жизней, числу раскрытых краж, по устранению мотивов для совершения преступлений. Вероятность предотвращения преступлений полицией уменьшается: а) при увеличении района патрулирования, б) при увеличении доли рабочего времени, не связанной с несением патрульной службы, в) при таком увеличении скорости движения патрульных машин, что уменьшается возможность непосредственного обнаружения преступления на улицах города и. возможность несовершения преступления ввиду четкого графика движения патрульных машин [24].

Изучение компромиссов должно быть формализовано с целью обеспечения ЛПР надлежащими рекомендациями по выбору варианта. Изучение функционирования городских служб безопасности приводит к постановке задачи размещения, когда должно быть проведено сравнение достоинств и недостатков различных вариантов. При этом также уменьшается риск вступления на путь той абсурдной утопии, что желаемый результат должен быть достигнут любой ценой. Автор работы [25] замечает: «Оптимальный процент преступности в городе не может быть нулевым, даже если моральные принципы всячески осуждают преступление и требуют его искоренения. Вместо этого должен быть достигнут компромисс между возросшими общественными и экономическими издержками, сопровождающими усиление деятельности по борьбе с преступностью, и соответствующим уменьшением количества совершенных преступлений».

Оценка компромиссов

Сбалансированные издержки.

Нахождение точки компромисса

Как показывают приведенные выше примеры, для многих ситуаций характерны издержки, имеющие противоположные тенденции: одни из них растут с ростом какого-либо параметра, описывающего ситуацию, в то время как другие при этом уменьшаются. В таких условиях должен быть найден оптимум, т. е. положение, при котором сумма издержек минимальна. Следующие примеры показывают, как этого можно достичь.

Стоимость товарно-материальных запасов в условиях определенности

В примере 3, приведенном в гл. 12, будет детально рассматриваться модель управления запасами, имеющимися на складах. Здесь же нам достаточно лишь предварительно обсудить некоторые из полученных там результатов.

В условиях определенности, при наличии постоянства спроса и постоянства лага между заключением контракта и поставкой общая стоимость запаса включает: 1) стоимость собственно товара, 2) организационные издержки, связанные с размещением заказа, 3) издержки по хранению и перевозке товаров. Предполагается, что дефицит товаров отсутствует. Общая стоимость запаса в этом случае равна

$TC = \text{Стоимость собственно товара} + \text{Издержки по размещению заказа} + \text{Издержки по хранению и перевозке.}$

Математически это можно выразить в следующем виде:

$$TC = Dc + \frac{D}{Q} S + \frac{Q}{2} cI,$$

где TC — общая стоимость запаса, D — годовая потребность в товарах, c — цена единицы товара, Q — количество заказанных товаров, S — издержки по размещению заказа, I — капитальные издержки [амортизационные отчисления плюс проценты на вложенный капитал. — *Перев.*], выраженные в процентах от среднего объема запаса.

Как показано в таблице, стоимость собственно товара не зависит от Q , в то время как издержки по размещению заказа и издержки по хранению и перевозке имеют противоположные тенденции зависимости от Q .

Стоимость	Формула	Тенденция
Стоимость собственно товара	Dc	Постоянна по Q
Издержки по размещению заказа	$\frac{D}{Q} S$	Уменьшаются с увеличением Q
Издержки по перевозке	$\frac{Q}{2} cl$	Увеличиваются с возрастанием Q

Оптимальная величина Q^* заказываемой партии товара соответствует положению, когда величина $ТС$ минимальна. Изменения от Q^* в любую сторону ведут либо к недостаточному объему заказа (и потерям от увеличения издержек по выполнению заказов при уменьшении текущих издержек), либо к чрезмерному объему заказа (и потерям от уменьшения издержек по выполнению заказов при пропорциональном увеличении текущих издержек). Величина Q^* называется точкой компромисса; в этой точке сумма всех издержек минимальная (см. рис. 6.2 и рис. 12.6).

Стоимость товарно-материальных запасов в условиях риска

Вот простейшая задача: разносчик газет должен решить, сколько ему заказать газет при условии, что информация о количестве покупателей выражается в форме распределения вероятностей требований в следующем виде:

Требуемое количество газет	Вероятность требований
1	0,05
2	0,25
3	0,50
4	0,20

Разносчик покупает газету за пять центов и продает за десять центов. Он ничего не получает за закупленные, но не проданные газеты.

Платежная матрица. Поиск решения в данной задаче предполагает вычисления на основе платежной матрицы (табл. 6.1, а), содержащей чистые платежи [доходы разносчика газет.— *Перев.*] для каждого сочетания условий. Платеж зависит от принятого разносчиком решения (количества закупленных им газет) и от количества газет, требуемых у разносчика

Таблица 6.1

Платежная матрица и матрица потерь для ситуации в условиях риска

а) Платежная матрица

Стратегия заказа	Требуемое количество газет			
	1	2	3	4
1	0,05	0,05	0,05	0,05
2	0	0,10	0,10	0,10
3	-0,05	0,05	0,15	0,15
4	-0,10	0	0,10	0,20

б) Матрица потерь

Стратегия заказа	Требуемое количество газет			
	1	2	3	4
1	0	0,05	0,10	0,15
2	0,05	0	0,05	0,10
3	0,10	0,05	0	0,05
4	0,15	0,10	0,05	0

покупателями. Таким образом, если разносчик закупает одну газету, то его чистая прибыль составляет лишь пять центов при спросе на одну, две, три или четыре газеты. Остальные случаи рассчитываются аналогично.

Наилучшие стратегии для каждого требования покупателя. Для каждого требования со стороны потребителя существует оптимальная стратегия разносчика газет.

Если потребителю нужна одна газета, то наилучшей стратегией разносчика является заказ одной газеты. Чистый доход в этом случае равен

$$-0,05 + 0,10 = +0,05, \text{ или } 5 \text{ центов.}$$

Если потребителю нужны две газеты, то наилучшей стратегией разносчика является заказ двух газет. Тогда чистый доход составит 10 центов. Если требуются три газеты, то наилучшая стратегия разносчика — заказ трех газет (чистый доход равняется 15 центам), и т. д.

Матрица потерь. Для каждого требования покупателя принятие поставщиком решения, отличного от оптимального, влечет потери, или так называемые *вмененные издержки*. Так,

если требуется одна газета, а разносчик заказал две, то его чистый доход равен нулю, а при выборе разносчиком оптимальной стратегии, мог бы быть равен пяти центам. Это пример потерь, возникающих из-за завышенного заказа. С другой стороны, если разносчик закажет одну газету, а требование составит две газеты, то его чистый доход будет равен пяти центам, в

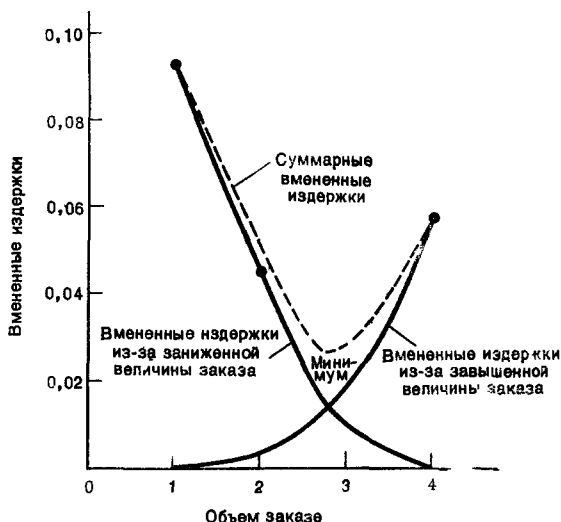


Рис. 6.2. Нахождение точки компромисса для величины издержек при наличии риска.

то время как принятие оптимального решения в данном случае дало бы доход в 10 центов. Имеющаяся разница в пять центов называется потерями из-за заниженного заказа. Матрица потерь (табл. 6.1, б) показывает для каждого требования потребителя и для каждого решения поставщика величину потерь, возникающих из-за отклонения поставщика от оптимальной стратегии. Числа, расположенные выше главной диагонали матрицы, — потери вследствие недостаточности величины заказа, а числа, находящиеся ниже главной диагонали — потери из-за завышенной величины заказа (величины потерь выражены в долларах). Ожидаемые величины потерь могут быть вычислены, как показано в табл. 6.2.

Рис. 6.2 иллюстрирует противоположные тенденции для каждого типа потерь. В данной ситуации при наличии риска оптимальное решение может быть найдено минимизацией суммы двух потерь. В рассматриваемом примере оптимальное решение состоит в заказе трех газет, что дает минимальную величину суммарных потерь, равную 2,75 цента

Таблица 6 2

Ожидаемая величина вмененных издержек

Стратегия заказа (объем заказа)	Ожидаемая величина вмененных издержек		Ожидаемая величина суммарных вмененных издержек, долл
	из-за заниженной величины заказа, долл	из-за завышенной величины заказа, долл	
1	0,0925	0	0,0925
2	0,045	0,0025	0,0475
3	0,010	0,0175	0,0275 (минимум)
4	0	0,0575	0,0575

Критический путь сетевого плана и равномерное распределение ресурсов

Взаимозамена времени и издержек. В примере 5, приводимом в гл. 12, дано простое объяснение понятия критического пути для сетевого плана из пяти работ. Вычисления приводят к построению критического пути, включающего работы *B*, *D* и *E*, где *D* — фиктивная работа, формальное введение которой требуется для отражения технологической последовательности (работа *E* может начаться лишь по завершении работ *C* и *B*). Продолжительность выполнения проекта в случае минимальных затрат на работы составляет 18 дней при затратах 2600 долл. В соответствии с информацией, приведенной в табл. 12.2, продолжительность некоторых работ в сети может быть сокращена за счет увеличения затрат на них. Так, работа *B* может быть выполнена за девять дней при затратах 1200 долл. и за восемь дней при затратах 1400 долл. Для сокращения времени требуется большее количество ресурсов. Таким образом, мы как бы заменяем время издержками. Обычно существует несколько путей сокращения времени выполнения проекта. Вычисление *величин дополнительных затрат и определение новых приоритетов* позволяет выяснить, продолжительность какой из работ должна быть сокращена в первую очередь. В нашем примере можно уменьшить продолжительность лишь трех работ путем увеличения затрат на их выполнение:

Работа	Дополнительные затраты, приходящиеся на один день, долл.
<i>B</i>	200
<i>E</i>	100
<i>F</i>	50

Сокращение продолжительности работ должно быть проведено именно на критическом пути. Продолжительность работы *E* может быть сокращена на два дня путем дополнительного вложения 200 долл., после чего работа *F* также становится критической. Продолжительность работы *B* может быть сокращена на два дня за счет вложения 400 долл. дополнительно. В табл. 6.3 приведены сведения о продолжительности выполне-

Таблица 6.3

**Изменение расходов вследствие сокращения времени
выполнения проекта**

Продолжи- тельность выполнения проекта, дни	Увеличение прямых расходов, долл	Прямые расходы, долл	Косвенные расходы, долл.	Общая стоимость проекта, долл.
18	—	2600	3200	5800
17	100	2700	3000	5700
16	100	2800	2800	5600 (минимум)
15	200	3000	2650	5650
14	200	3200	2500	5700

ния проекта и об изменении его стоимости в связи с сокращением продолжительности выполнения. Точка компромисса может быть найдена, как и в предыдущем примере, путем вычисления минимума суммы различных типов издержек, или расходов. С одной стороны, прямые расходы растут с уменьшением времени выполнения проекта. С другой стороны, косвенные расходы, так же как накладные и административные расходы, сокращаются при уменьшении сроков выполнения проекта. Оптимальная общая стоимость проекта, как это следует из табл. 6.3 и рис. 6.3, составляет 5600 долл. В данном случае общая стоимость не очень чувствительна к изменениям продолжительности выполнения проекта. Новые приоритеты используются в соответствии с принципами теории потоков в сетях [26, 27].

Построение критического пути сетевого плана приводит к формальному методу сокращения времени выполнения проекта (при увеличении его стоимости). Дальнейшее уточнение и усложнение проблемы предполагает достижение равномерности распределения используемой рабочей силы, т. е. числа рабочих, занятых в каждый момент времени реализации проекта. Эта проблема становится весьма сложной в больших сетях, охватывающих всевозможные виды работ различного объема и большое число исполнителей различной квалификации. Требуется,

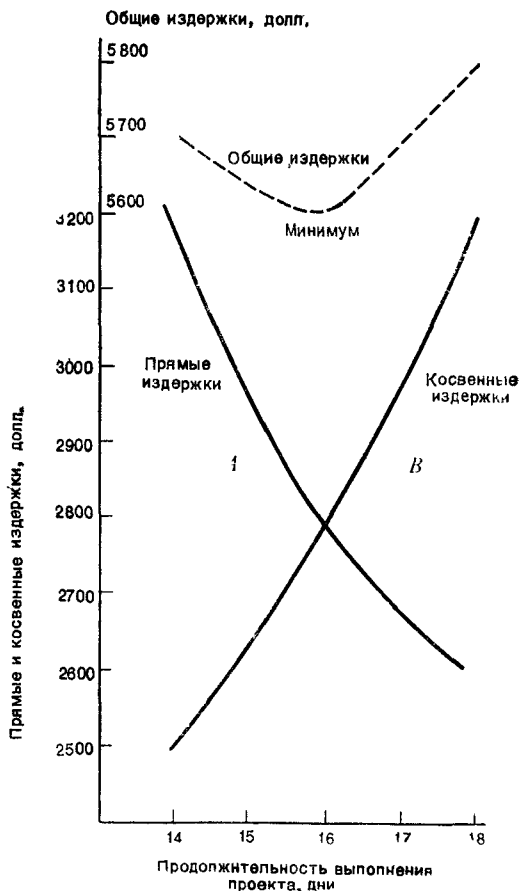


Рис. 6.3. Нахождение точки компромисса между прямыми и косвенными издержками при планировании и составлении сетевого графика реализации проекта.

чтобы одни исполнители заканчивали выполнение своей работы до начала работы других исполнителей, что налагает дополнительные требования на получаемое решение. Проблема равномерного использования рабочей силы включает те же типы компромиссов между временем и затратами, что и рассмотренные ранее.

Решение о введении свободных цен на нефть

Формальное оценивание компромиссов включает рассмотрение: 1) влияния решения на все заинтересованные стороны,

Таблица 6.4

Влияние вариантов

Влияние варианта на	Снятие контроля за ценами на нефть (вариант 1)	Сохранение контроля за ценами на нефть (вариант 2)
потребителей	Более высокие цены на бензин, уменьшение реальных доходов, увеличение расходов на бензин и уменьшение расходов на такие блага, как путешествия, досуг и т. д.	Цены относительно низкие, и потребители приобретают такие качества, как благодушие, возникновение экстравагантных запросов без учета их реальной стоимости. Игнорирование реальной стоимости
нефтяные компании	Увеличение прибыли, стимулирование разведки и разработки новых месторождений нефти	При искусственно заниженных ценах на нефть нефтяные компании стараются продавать нефть за рубежом, что приводит к ее нехватке в стране. Мелкие нефтепромышленники свертывают свое производство
автомобиле-строительные компании	Потребители отдают предпочтение малолитражным автомобилям с малым потреблением топлива, производство малолитражных автомобилей растет	Свертывается производство малолитражных автомобилей с экономичным двигателем
другие промышленные предприятия	Временные выгоды отраслей промышленности, связанных с нефтью, выгоды общественного транспорта и производителей других видов энергии	Некоторым отраслям промышленности вредят искусственно заниженные цены на нефть
общественный транспорт	Проявляется заинтересованность в развитии общественного транспорта	Потребители предпочитают личный автомобиль общественному транспорту
рост урбанизации и использование земель	С возрастанием стоимости автомобильных перевозок люди отказываются от массового переселения в пригороды и стараются жить ближе к месту работы; центр города становится более привлекательным для жизни, чем пригороды	Люди поселяются все дальше от места работы, не принимая во внимание стоимость поездок

Продолжение табл. 6.4

Влияние варианта на	Снятие контроля за ценами на нефть (вариант 1)	Сохранение контроля за ценами на нефть (вариант 2)
другие источники энергии	Высокие цены на нефть стимулируют развитие других источников энергии	Развитие других источников энергии нецелесообразно экономически, страна привязана к одному источнику энергии
торговлю	Свободных денег у потребителя на покупку товаров становится меньше, так как значительная часть средств расходуется на бензин и нефть	Торговля процветает за счет нефтяных и связанных с ними компаний
занятость	Изменения уровня занятости, прямо связанные с вышеотмеченными изменениями, могут стать значительными	

2) вмененных издержек, возникающих при предпочтении одной возможности другой.

Решение о том, следует ли снять ограничения на внутренние цены на нефть или, напротив, поддерживать их на фиксированном уровне, дает пример того, как могут быть произведены учет последствий и оценка возможных вариантов. Приводимые примеры основаны на реальных фактах, хотя все нижеперечисленные последствия и не сообщались в официальных источниках. Читатель также увидит, что для простоты рассмотрения ситуация была ограничена исследованием двух вариантов.

В 1975 г. администрация президента Форда рассматривала возможность снятия внутреннего контроля за ценами на нефть. Последствия такого решения весьма многообразны. В табл. 6.4 указаны последствия двух вариантов: 1) снятия контроля за ценами на нефть и 2) сохранения контроля за ценами. Анализируется их влияние на потребителей, нефтяные компании, автомобилестроительные компании, другие промышленные предприятия, общественный транспорт, рост урбанизации и использование земель, другие источники энергии, кроме нефти, торговлю, занятость и безработицу.

Имеются и другие стороны, заинтересованные в решении данной проблемы. После составления таблицы, в которой перечисляются все возможные последствия принимаемого решения, они должны быть количественно оценены в соответствии с из-

Таблица 6.5

Вмененные издержки при разных вариантах

Источники вмененных издержек	Снятие контроля за ценами на нефть (вариант 1)	Сохранение контроля за ценами на нефть (вариант 2)
потребителей	Отказ от досуга и товаров, которые могли бы быть куплены на дополнительные деньги, однако эти деньги теперь приходится тратить на бензин	
нефтяных компаний	Отказ от прибылей от внешней торговли (в предположении, что высокие цены на нефть стимулируют ее продажу внутри страны)	Отказ от прибылей на внутреннем рынке (в предположении, что низкие внутренние цены стимулируют экспорт)
автомобилестроительных компаний	Отказ от высокой прибыли, получаемой от продажи стандартных автомобилей, необходимо тратить ресурсы на разработку новых малолитражных машин (вмененные издержки увеличиваются, если фирма не планировала таких затрат)	Отказ от новых продаж тем потребителям, которые переходят от стандартных автомобилей к малолитражным
других промышленных предприятий	Ряд отраслей пострадает от изменения структуры спроса потребителей	Уменьшение интереса к общественному транспорту и другим источникам энергии тормозит развитие соответствующих отраслей
сферы общественного транспорта		При снижении заинтересованности в пользовании общественным транспортом данный сектор сокращает капиталовложения и возможный годовой доход
сферы урбанизации и использования земель	Если люди покидают пригороды, то это затрагивает интересы местных предпринимателей и влияет на коммерческую деятельность	Центр города лишается своих отличительных черт и своих постоянных жителей

Продолжение табл. 6.5

Источники вмененных издержек	Снятие контроля за ценами на нефть (вариант 1)	Сохранение контроля за ценами на нефть (вариант 2)
производителей других источни- ков энергии		Снижение заинтересован- ности, деловой активности и инвестиций, уменьшение потенциальных возможно- стей данных отраслей
сферы торговли	Снижение годового обо- рота из-за высоких цен на бензин	
сферы занятости	Уменьшение уровня за- нятости в отраслях с ма- лым годовым доходом из- за падения потребитель- ского спроса	Возможное сокращение уровня занятости в отря- слях, которым было бы выгодно повышение цен на нефть (например, в отря- слях, занятых производ- ством других видов энер- гии)
	Суммарные вмененные издержки из-за отказа от варианта 2	Суммарные вмененные издержки из-за отказа от варианта 1

Для определения *общих вмененных издержек* возьмите разницу между суммарными вмененными издержками из-за отказа от каждого варианта.

Выбирайте вариант с *наименьшими* вмененными издержками, т. е. вариант 1, если суммарные вмененные издержки для этого варианта меньше, чем для варианта 2, и вариант 2 при обратной ситуации.

держками, которые они вызывают. Таблица 6.5 представляет собой попытку такой оценки. Должен быть определен характер вмененных издержек для каждого варианта и должны быть оценены сами величины издержек. Исследование некоторых из этих гипотетических возможностей, вариантов, требует дальнейших количественных построений, другие же могут быть оценены непосредственным образом. Например, оказывается, что снятие контроля за ценами на нефть уменьшит объем досуга и других благ, частичным отказом от которых потребители должны будут компенсировать повышение цены на бензин. С этой точки зрения таблица не дает ни ясного определения понятия «досуг», ни определения того, какие именно другие блага будут затронуты. Получение ответов на такие вопросы требует проведения дополнительных исследований. Отметим также, что подобные компромиссы заключают в себе решение таких ценностных проблем, как вопросы о том, должен ли потребитель

быть обеспечен большим досугом, должны ли придаваться различные веса разным типам досуга, какова вообще роль досуга в формировании качества жизни. Таковы те вопросы, ответы на которые следует получить еще до начала оценивания влияния решений, касающихся цен на нефть.

Для каждого столбца таблицы приведены описания источников вмененных издержек (издержек, возникающих в результате отказа организации от следования оптимальной стратегии). Тогда на основании данных таблицы могут быть вычислены общие вмененные издержки и может быть осуществлен выбор оптимального варианта. Здесь следует придерживаться следующего правила: выбор варианта с *минимальными* суммарными вмененными издержками.

Дальнейшее развитие данной процедуры состоит в исследовании различных последствий, вызываемых реализацией вариантов. В результате вмененные издержки, свойственные одному сектору экономики, могут быть оценены как более (или менее) важные, чем издержки, определенные для другого сектора экономики. Качественные последствия должны учитываться наряду с количественными. В случае рассматриваемого вопроса о снятии или сохранении контроля за ценами на нефть лицо, принимающее решение, например президент страны, должно учитывать и национальные интересы, и последствия международного характера. Решение по такому вопросу связано с затратами многомиллиардных сумм. Эти суммы могут использоваться для развития одних секторов экономики и для торможения других, что может привести к увеличению прибылей нефтепромышленников, снижению прибылей в секторе производства предметов потребления и услуг. Более того, помимо экономических аспектов необходимо учитывать и далеко идущие политические последствия такого решения, которым президент должен придавать большое значение.

Распределение ресурсов при наличии ограничений

В том случае, когда ЛПР имеет в своем распоряжении ограниченные ресурсы, допускающие возможность различного использования, он сталкивается с проблемой «программирования» и оптимизации пути их использования. Оптимизация, как детально объясняется в гл. 12, состоит в максимизации меры эффективности, или целевой функции, модели. Может возникнуть задача как минимизации (потребления, затрат, убытков), так и максимизации (результатов, эффективности, прибылей). В случае постановки задачи программирования в терминах линейных функций результатом ее решения является «линейная программа действий» ЛПР. При использовании квадратичных

функций модель принимает вид задачи квадратичного программирования. Дополнительные ограничения типа требования целочисленности также приводят к нелинейному программированию.

Модель в виде задачи линейного программирования и симплексный алгоритм ее решения являются эффективными средствами определения компромиссов, целесообразных взаимозамен, вмененных издержек. За более подробными разъяснениями читателю следует обратиться к приложению к данной главе.

Способы установления эквивалентности и способы выбора

Проблемы обеспечения полной занятости и снижения инфляции постоянно стоят на повестке дня [капиталистического общества.— *Перев.*]. Можем ли мы позволить себе одновременно испытывать разрушительное действие и того, и другого фактора? Экономисты по-разному решают данный вопрос [28]. Авторы работы [29] делают различие между способами установления эквивалентности и способами выбора, с помощью которых может быть достигнут компромисс между инфляцией и безработицей. Способ установления эквивалентности приводит к компромиссу путем выяснения мнения ЛПР о том, каким должен быть темп инфляции, при котором самому ЛПР безразлично, на что сделать упор в своих действиях — на борьбу с инфляцией или на борьбу с безработицей. Таким образом находится точка равновесия между инфляцией и безработицей¹⁾.

Компромиссы выводятся косвенно из ответов ЛПР на альтернативные вопросы типа: «Согласитесь ли вы на темпы инфляции 15% для уменьшения уровня безработицы до 6%?» Предпочтительные нижняя и верхняя границы могут быть обоснованно определены. Для получения графиков равноценности двух переменных используется интерактивная процедура выбора [основанная на использовании ЭВМ в диалоговом режиме.— *Перев.*]. Эти графики показывают возможности эквивалентной взаимозамены темпов инфляции и уровня безработицы. В описанном примере, когда темпы инфляции превышают 10%, «субъект становится относительно больше озабочен инфляцией и требует уменьшения уровня безработицы для того, чтобы компенсировать такое увеличение темпов инфляции» [29]. Подобным же образом реализуется процедура оценивания различных

¹⁾ При рассмотрении данного примера автор предполагает наличие противоположных тенденций в процессах изменения темпов инфляции и уровня безработицы. Поскольку справедливость такого предположения весьма спорна (стоит вспомнить хотя бы ситуацию в Германии в 20-х годах), выбор данного примера едва ли можно признать удачным. — *Прим. перев.*

вариантов при наличии двух критериев оценивания [30]. Метод оценивания предполагает опрос ЛПР об их предпочтениях различных комбинаций из предварительно сформированного множества вариантов. В результате получается поверхность отклика, представляющая относительные величины ценностей при попарных сравнениях.

Этот и другие подобные методы уже близко подходят к принципиальным вопросам выбора вариантов более чем по двум критериям. Так, проблема выбора вариантов для многомерного случая (гл. 11) связана с проблемой оценивания компромисса. В том случае, когда варианты сравниваются по нескольким критериям или измерениям, в соответствии с которыми и оцениваются издержки и прибыли, проблема формирования решения состоит в нахождении соответствующей решающей функции. С помощью такой функции издержки и прибыли могут быть скомбинированы так, чтобы беспристрастно отразить процесс интуитивного определения производителями, потребителями и ЛПР относительного веса входных и выходных величин системы.

При многоцелевом анализе точка касания кривой, представляющей собой границу множества допустимых вариантов, с кривыми общественной индифферентности является оптимальной точкой, в которой удовлетворяются и цели производства, и система предпочтений общества. Наклон касательной содержит информацию об относительных весах конкретных общественных ценностей, с помощью которых общество сопоставляет одни блага с другими [31]. Усовершенствование и развитие моделей для многоцелевых ситуаций формирования решения и планирования является ценным вкладом в методологию работы с ситуациями, допускающими компромиссы. Это, однако, не дает ответа на вопросы, связанные с процедурными аспектами данных проблем, такими, как агрегирование индивидуальных предпочтений в функции предпочтений общества.

Компромиссы как игра с нулевой суммой

Ученые — специалисты по исследованию окружающей среды — настойчиво критикуют избранную обществом стратегию экономического роста, так как они понимают, что такая стратегия находится в конфликте с рядом общественных благ. Согласно Якоби, «экономический рост дает вклад в качество жизни, хотя и меньший, чем увеличение валового национального продукта» [32]. Специальные исследования показывают, что за период с 1929 по 1965 г. экономические богатства (на душу населения) росли медленнее, чем чистый национальный продукт. Однако они все же росли, несмотря на «увеличение обществен-

ных накладных расходов... и увеличение расходов на оборону, полицию, общественное здравоохранение, которые не увеличивают благосостояние потребителя непосредственно» [32]. Необходимы целенаправленные усилия для достижения экологического равновесия, для построения таких организаций, которые могли бы осуществлять эффективное управление качеством экосистем. Экологические вопросы должны «получить максимальный общественный приоритет». Это требует «больших сдвигов в системе ценностей общества». Здесь ощущается необходимость в организациях, которые бы действовали с позиций системного подхода. Необходимо выполнение трех условий:

1. Решения должны приниматься правительствами на основании общих для всех стран принципов юрисдикции.

2. Географические территории, находящиеся под юрисдикцией одного правительства, должны соответствовать границам экологических проблем.

3. Лицо, принимающее решение, должно иметь возможность адаптироваться к изменениям общественных ценностей, ресурсов, технологии работы в сфере экологии [33].

Саймон считает, что бессмысленно призывать к компромиссу между «требованиями технологии» и «требованиями истинной природы человека... Технология является знанием, и человеческие надежды основываются на знании, а не на отказе от него» [34]. Иными словами, не должно быть конфликтных черт в ситуации выбора между развитием технологии и совершенствованием самого человека, между работой и досугом, между экономическим ростом и защитой окружающей среды. Саймон избегает такого пристрастия к сведению «каждой ситуации к игре с нулевой суммой» [35]. Он предсказывает конструирование «игры, в которой существуют цены на все», изобретение новой технологии, «метатехнологии», которая перестроит «весь механизм общественного предпочтения», пересмотрит наш «несовершенный процесс формирования решений» и даст нам возможность «оценить компромиссы, определить „узкие места“, выделить нерешенные проблемы» и установить приоритеты [35].

Частные компромиссы и субоптимизация

Частные компромиссы — это такие компромиссы, которые действуют лишь «отраслевым улучшениям» исключительно в рамках одной системы или на одном уровне системы, пренебрегая взаимодействиями разных систем и их уровней и не учитывая целей полной системы. Достижение таких частных компромиссов называется *субоптимизацией* и детально обсуждается ниже (гл. 13 и 14). Следующий пример иллюстрирует случай частного компромисса.

При эксплуатации авиационная техника подвергается регулярным (регламентным) проверкам. Начальник соответствующей службы будет стремиться сократить количественный состав ремонтных бригад, чтобы уменьшить расходы на ремонт. С другой стороны, простой дорогостоящего оборудования влечет высокие издержки и снижение годового дохода от эксплуатации самолетов. Современный самолет может давать доход свыше 1000 долл. за каждый летный час. Для уменьшения продолжительности регламентных проверок состав ремонтных бригад должен быть увеличен, так же как и соответствующие издержки. Если продолжительность такой проверки может быть уменьшена, предположим на 5 ч, то при наличии 50 проверок в год дополнительная прибыль от эксплуатации самолетов может составить сумму более 250 000 долл. в год. Авиационная компания может увеличивать затраты на ремонт до тех пор, пока они приводят к росту общей прибыли [36].

Начальник ремонтной службы реализовал здесь процедуру субоптимизации. Он не учитывал компромиссы между целями нижнего уровня (сокращение издержек на ремонт) и целями верхнего уровня (увеличение общего годового дохода от эксплуатации самолета).

В гл. 13 рассматривается пример, имеющий отношение к сталелитейной промышленности, описывается другой случай частного компромисса, возникающего вследствие тенденции этой отрасли уменьшить свою зависимость от поставок металлолома. На таком пути достигается уменьшение загрязнения атмосферы и увеличение прибылей сталелитейных фирм из-за более низкой стоимости природного сырья по сравнению с металлоломом. Однако при отказе от утилизации металлолома увеличивается загрязнение поверхности Земли и возникают другие отрицательные последствия.

Количественное определение компромисса в реальных условиях

У читателя, возможно, уже сложилось мнение, что определение компромиссов всегда так же просто, как просто сложение двух типов издержек, имеющих противоположные тенденции изменения.

1. Реальные ситуации обычно более сложные, и прежде всего потому, что описываются более широким спектром понятий, которые на первый взгляд кажутся противоречивыми. Так, идет широкая дискуссия по поводу следующих противоположных целей:

а) стимулирование экономического роста и полная занятость — нулевая инфляция;

б) строительство электростанций — отсутствие загрязнения атмосферы;

в) рост населения — охрана окружающей среды.

2. Редко бывает так, чтобы противоречивые возможности могли быть сформулированы как взаимоисключающие точные утверждения.

3. На практике такие показатели, как экономический рост, энергетические ресурсы, рост населения, не могут быть измерены по тем же количественным шкалам, что и инфляция, загрязнение или качество окружающей среды; здесь требуется достижение комбинированных целей, и мы приходим к проблеме «не-соизмеримости», или к проблеме сравнения свойств, которые не могут быть измерены в одних и тех же единицах. Данная проблема обсуждается и разрабатывается в гл. 11, где представлены методы вычисления сравнительной ценности сложных вариантов.

Приложение

Математический смысл компромиссов, взаимозамен и вмененных издержек в алгоритме линейного программирования

Симплексный алгоритм в линейном программировании представляет собой хороший пример для объяснения смысла взаимозамен и теневых затрат. Последние определяют вмененные издержки возможных компромиссов.

Общий вид модели линейного программирования

Задача минимизации

$$\text{Найти минимум} \quad Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (1)$$

$$\text{при ограничениях} \quad a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1, \quad (2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2, \quad (3)$$

⋮

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m \quad (4)$$

$$\text{при условии} \quad x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0.$$

Задача максимизации

$$\text{Найти максимум} \quad Z' = b_1y_1 + b_2y_2 + \dots + b_my_m \quad (1')$$

$$\text{при ограничениях} \quad a_{11}y_1 + a_{21}y_2 + \dots + a_{m1}y_m \leq c_1, \quad (2')$$

$$a_{12}y_1 + a_{22}y_2 + \dots + a_{m2}y_m \leq c_2, \quad (3')$$

$$\vdots$$

$$a_{1n}y_1 + a_{2n}y_2 + \dots + a_{mn}y_m \leq c_n \quad (4')$$

при условии

$$y_1, y_2, \dots, y_m \geq 0.$$

Функции (1) и (1') называются целевыми функциями. Неравенства (2), (3), ..., (4) и (2'), (3'), ..., (4') называются *ограничениями*. Переменные $x_1, x_2, \dots, x_n$ в задаче минимизации или $y_1, y_2, \dots, y_m$ в задаче максимизации отражают все возможные варианты, доступные ЛПР. Набор переменных, фигурирующих в решении задачи, представляет комбинацию вариантов, оптимизирующую целевую функцию. Коэффициенты $b_1, b_2, \dots, b_m$ в неравенствах (2), (3), ..., (4) соответствуют количествам имеющихся ресурсов каждого из m типов. Появление коэффициентов цен $c_1, c_2, \dots, c_n$ и коэффициентов ресурсов $b_1, b_2, \dots, b_m$ задачи минимизации в обратном порядке в задаче максимизации не является случайным совпадением. Коэффициенты ресурсов b выступают как меры эффективности в целевой функции (1'), в то время как коэффициенты цен c появляются в ограничениях. Можно показать, что задача максимизации является «отраженной задачей» задачи минимизации. Одна из задач называется *прямой*, а другая — *двойственной*. Такая их связь имеет важное значение в теории линейного программирования и объясняется ниже в разделе, посвященном теневым ценам и вмененным издержкам компромиссов.

Пример задачи линейного программирования ¹⁾

Хлебопекарная компания производит два типа домашнего печенья, которое продается по 20 и 30 центов за дюжину соответственно. Компания не испытывает никаких затруднений в реализации всего произведенного печенья. Перед руководством компании стоит проблема совершенно другого рода. Продолжительность рабочей смены составляет 10 ч, а вместимость (емкость) печи ограничена 80 дюжинами печенья. На сырую формовку одной дюжины печенья затрачивается 0,1 ч для печенья первого типа и 0,2 ч для печенья второго типа. Для выпечки печенья и того, и другого типа требуется одинаковое время. Каким образом следует использовать ограниченные трудовые ресурсы и возможности печи для получения максимальной дневной прибыли?

¹⁾ Формулировка задачи взята из работы Theodore C. A., Applied Mathematics: An Introduction, 1965, p. 300. (С разрешения Irwin R. D., Inc., Homewood, Ill.)

Математическая постановка задачи ¹⁾

Пусть x_1 обозначает количество дюжин печенья первого типа, x_2 — количество дюжин печенья второго типа.

Целевая функция:

$$\text{максимизировать } Z = 0,20x_1 + 0,30x_2 \quad (1)$$

$$\text{при ограничениях } 0,1x_1 + 0,2x_2 \leq 10, \quad (2)$$

$$\text{или (что то же) } x_1 + 2x_2 \leq 100 \quad (3)$$

$$\text{и } x_1 + x_2 \leq 80, \quad (4)$$

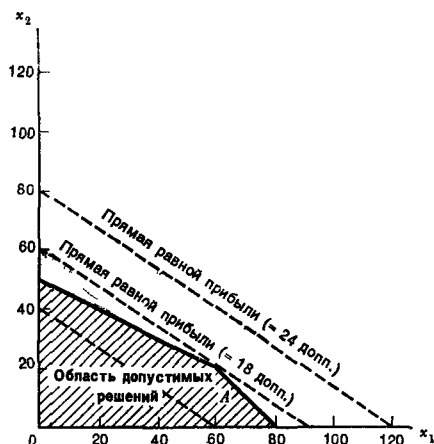
$$\text{при условиях } x_1 \geq 0, \quad (5)$$

$$x_2 \geq 0. \quad (6)$$

Графическое решение

На рис. 6.4 приведена область допустимых решений и семейство прямых равной прибыли. Допустимая область выделяется

Рис. 6.4. Область допустимых решений и прямые равной прибыли.



четырьмя ограничениями, задаваемыми неравенствами (3), (4), (5) и (6).

Целевая функция

$$Z = 0,2x_1 + 0,3x_2$$

описывает семейство прямых равной прибыли. Для каждого значения Z мы получаем одну прямую.

Геометрическое место точек равной прибыли

$$Z = 12 = 0,2x_1 + 0,3x_2$$

¹⁾ Здесь предполагается лишь одна загрузка печи за рабочую смену. — Прим. перев.

пересекается с осями координат в точках

$$(x_1 = 0, x_2 = 40) \text{ и } (x_1 = 60, x_2 = 0).$$

Для $Z = 24 = 0,2 x_1 + 0,3 x_2$ точки пересечения есть

$$(x_1 = 0, x_2 = 80) \text{ и } (x_1 = 120, x_2 = 0).$$

Для $Z = 18 = 0,2 x_1 + 0,3 x_2$ имеем

$$(x_1 = 0, x_2 = 60) \text{ и } (x_1 = 90, x_2 = 0).$$

Решение задачи состоит в нахождении такой линии равной прибыли, которая касается области допустимых решений и соответствует наивысшей прибыли. Точкой такого касания является точка A — пересечение линий

$$x_1 + 2x_2 = 100$$

и

$$x_1 + x_2 = 80.$$

Координаты точки A есть $(x_1 = 60, x_2 = 20)$.

Максимальная прибыль

$$Z = 0,2(60) + 0,3(20) = 18 \text{ долл.}$$

Хлебопекарной компании можно рекомендовать распределить свои ресурсы так, чтобы производить 60 дюжин печенья первого типа и 20 дюжин печенья второго типа. В этом случае прибыль будет максимальной и равной 18 долл.

Интерпретация компромиссов с помощью симплексной таблицы

Задача, стоящая перед хлебопекарной компанией, имеет вид:

$$\text{Максимизировать } Z = 0,2x_1 + 0,3x_2$$

$$\text{при ограничениях } x_1 + 2x_2 \leq 100,$$

$$x_1 + x_2 \leq 80,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

Мы можем записать ограничения и по другому:

$$x_1 + 2x_2 + x_A = 100 \text{ (рабочее время),}$$

$$x_1 + x_2 + x_B = 80 \text{ (емкость печи),}$$

где x_A — так называемая слабая переменная, которая отражает резерв рабочего времени в часах, а x_B — слабая переменная

Таблица 6.6

Симплекс-метод линейного программирования

а)

c_j			x_A	x_B	x_1	x_2
0	x_A	100	1		1	2
0	x_B	80		1	1	1
	z_j	0			$+(1 \cdot 0)$ $+(1 \cdot 0)$ $- 0,2$ <u>$- 0,2$</u>	$+(2 \cdot 0)$ $+(1 \cdot 0)$ $- 0,3$ <u>$- 0,3$</u>

б)

c_j			x_A	x_B	x_1	x_2
0,3	x_2	50	$1/2$	0	$1/2$	1
0	x_B	30	$-1/2$	1	$1/2$	0
	z_j	15			$+(1/2 \cdot 0,3)$ $+(1/2 \cdot 0)$ $- 0,2$ <u>$- 0,05$</u>	$+(1 \cdot 0,3)$ $+(0 \cdot 0)$ $- 0,3$ <u>0</u>

в)

c_j			x_A	x_B	x_1	x_2
0,3	x_2	20	1	-1	0	1
0,2	x_1	60	-1	2	1	0
	z_j	18				
			Вычисление теневых цен			
			$+0,3$	$-0,3$		
			$-0,2$	$+0,4$		
	$z_j - c_j$		0,1	0,1		

ная, которая отражает резерв вместимости печи. В том случае, когда ничего не производится, т. е. $x_1 = 0$ и $x_2 = 0$, мы имеем

$$x_A = 100 \text{ и } x_B = 80.$$

Симплекс-метод получения решения является алгоритмом, который приводит к оптимальному решению за конечное число шагов. Мы воспользуемся табл. 6.6, а для иллюстрации того, как компромиссы улучшают решение шаг за шагом. Начальное допустимое решение составлено из x_A и x_B , где $x_A = 100$, а $x_B = 80$, т. е. резервы ресурсов максимальны и печенье не производится вовсе (то же можно выразить и как $x_1 = 0$, $x_2 = 0$).

Для $x_A = 100$, $x_B = 80$ прибыль составит

$$Z = (100 \cdot 0) + (80 \cdot 0) = 0.$$

Содержательные цены взаимозамен и компромиссов

Числа, стоящие в двух последних столбцах табл. 6.6, а, можно интерпретировать как *содержательные цены взаимозамен*. Они также повторяются в табл. 6.7. Для каждой единицы

Таблица 6.7

Содержательные цены взаимозамен, приведенных в симплексной таблице

	Прибыль на единицу продукции	Кандидаты на введение в решение	
		0,2 долл x_1	0,3 долл x_2
x_A	Трудовой ресурс	1	2
x_B	Емкость печи	1	1

x_1 , вводимой в решение, один час рабочего времени и одна единица емкости печи должны быть взяты из соответствующих резервов. Иными словами, с каждой произведенной единицей x_1 на единицу уменьшится резерв рабочего времени и резерв емкости печи. Каждая единица x_1 дает 0,2 долл., следовательно, чистый вклад каждой единицы x_1 в решение составляет

$$0,20 - 1 \cdot 0 - 1 \cdot 0 = 0,2 \text{ долл.}$$

С каждой единицей x_2 , вводимой в решение, резерв труда рабочих уменьшается на две единицы, а резерв емкости

печи — на единицу. Чистый вклад единицы x_2 в решение составляет

$$0,30 - 2 \cdot 0 - 1 \cdot 0 = 0,3 \text{ долл.}$$

Проведенное рассуждение доказывает предпочтительность введения x_2 в решение, поскольку чистый доход на единицу x_2 выше, чем на единицу x_1 ¹⁾.

С помощью симплекс-метода продолжают формировать варианты — различные комбинации переменных — до тех пор, пока не будет найдена комбинация, максимизирующая целевую функцию. Из всех допустимых вариантов тот из них, для которого $x_1 = 60$ и $x_2 = 20$, дает оптимальную прибыль. Для практического использования симплекс-метода мы должны знать, во-первых, прибыль на единицу каждого типа продукции и, во-вторых, количество единиц каждого ресурса, требуемого для производства каждого типа продукции. Такая информация позволяет содержательно оценить возможность взаимозамены различных типов продукции в решении [37].

Теневые цены и вмененные издержки компромиссов

Задача линейного программирования и ее решение могут дать ЛПР возможность более глубоко вникнуть в проблему распределения ресурсов и в природу вмененных издержек при введении в производственный процесс дополнительных ресурсов. В том случае, когда количество любого из ресурсов, недостаток которого сейчас ощущается, увеличивается, максимальный доход, который может быть получен от реализации программы, также увеличивается. Проиллюстрируем данное положение.

Первоначальная задача:

$$\begin{aligned} \text{Максимизировать} \quad & Z = 0,2x_1 + 0,3x_2 \\ \text{при ограничениях} \quad & x_1 + 2x_2 \leq 100 \text{ (рабочее время),} \\ & x_1 + x_2 \leq 80 \text{ (емкость печи),} \\ & x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \end{aligned}$$

где x_1 — количество дюжин печенья первого типа и x_2 — количество дюжин печенья второго типа. В том случае, когда имею-

¹⁾ Данное утверждение справедливо лишь при абстрагировании от потерь вследствие недоиспользования ресурсов. Так, условие $x_2 = 50$ означает наличие остатка в 30 единиц ресурса емкости печи. — *Прим. перев.*

щееся количество рабочих часов увеличивается на единицу, доход также возрастает. Решение для системы уравнений

$$x_1 + 2x_2 = 101,$$

$$x_1 + x_2 = 80$$

есть $x_1 = 59$, $x_2 = 21$

и доход $Z = 0,2(59) + 0,3(21) = 11,8 + 6,3 = 18,1$ долл.

Итак, за счет увеличения на единицу рабочего времени доход возрос на 0,1 долл.

В том случае, когда в нашем распоряжении появляется не дополнительная единица рабочего времени, а дополнительная единица емкости печи, следует изменить второе ограничение и решение получается (случайно) тем же, что и выше. Решение системы уравнений

$$x_1 + 2x_2 = 100,$$

$$x_1 + x_2 = 81$$

есть $x_1 = 62$, $x_2 = 19$ при том же доходе $Z = 18,1$ долл.

Формально маргинальный доход по первому ресурсу (dZ/db_1), т. е. маргинальный доход по ресурсу b_1 , или дополнительный доход, возникающий от ослабления ограничения на единицу, составляет 0,1 долл. Эта сумма и есть дополнительный доход, получаемый за счет ослабления ограничения. Маргинальный доход по второму ресурсу (dZ/db_2) имеет ту же величину 0,1 долл.

Данные вмененные издержки называются также *теневыми ценами*. Они дают ЛПР меру для оценивания компромиссов. ЛПР может оценить эффект от дополнительных ресурсов, находящихся в данное время в дефиците, и определить, сколько он был бы готов заплатить за их использование. В рассматриваемом случае ЛПР не заплатил бы больше, чем 0,1 дол., за дополнительную единицу рабочего времени или за дополнительную единицу емкости печи, так как прибыль, получаемая при введении этих дополнительных ресурсов, составит не более 0,1 долл. Еще одним достоинством симплексного решения является вычисление теневых цен в явном виде. Для тех читателей, которые хотят это проверить, приведена табл. 6.6, состоящая из трех частей; в нижней части таблицы указаны теневые цены $dZ/db_1 = 0,1$ и $dZ/db_2 = 0,1$. Можно показать, что теневые цены прямой задачи являются решениями двойственной задачи и наоборот. Следовательно, двойственная задача может быть использована для вычисления вмененных издержек, возникающих в результате ослабления ограничений прямой задачи.

Важность задачи линейного программирования определяется тем, что она является моделью для определения многомерного решения, максимизирующей целевую функцию. В том случае, когда имеется лишь два варианта (представленных переменными x_1 и x_2), задача может быть решена графически. Метод линейного программирования может использоваться и для решения задач с большим количеством вариантов и ограничений. В этом состоит сила количественных методов и математических рассуждений: в то время как ЛПР вручную может работать лишь с ограниченным числом вариантов и в лучшем случае найти удовлетворительное, но не оптимальное решение путем проб и ошибок, математическое программирование расширяет его возможности и придает должную точность принимаемым решениям. Математическое программирование обеспечивает ЛПР следующими возможностями:

1. Формально рассматривать варианты и их комбинации.
2. Целесообразно использовать и размещать дефицитные ресурсы.
3. Использовать содержательные цены взаимозамен для принятия решения по изменению комбинаций вариантов.
4. Получать оптимальное решение, которое дает возможность выбрать оптимальную комбинацию.
5. Оценить вмененные издержки (теневые цены), сопутствующие реализуемым компромиссам.

ЛИТЕРАТУРА

1. McGuire J. W., *Theories of Business Behavior*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1963.
2. Anthony R. N., *The Trouble with Profit Maximization*, *Harvard Business Review*, 38, 126—134 (November—December 1960).
3. Имитационная система общего назначения базируется на программах для ЭВМ, адаптируемых к решению многочисленных модификаций некоторой задачи. Например, применительно к массовому обслуживанию такая система должна решать любые задачи, возникающие в этой области, в ней должны быть предусмотрены средства моделирования различных потоков поступления и обслуживания требований. Примером такой системы может служить система GPSS. См., например, работу Maisel H., Gnugnoli G., *Simulation of Discrete Stochastic Systems*, Science Research Associates, Chicago, 1972.
4. Эвристическое программирование получает свое выражение в программах для ЭВМ, использующих не алгоритмы, а эвристики. Построение эвристики состоит в построении последовательности шагов или процедур поиска решения конечной длины, обеспечивающей получение удовлетворительного решения, достаточно близкого к оптимальному. См. гл. 9.
5. В гл. 13 максимизация целевой функции модели определена как оптимизация. Максимизация, выполняемая при наличии ограничений реальной природы, определена как субоптимизация.
6. Simon H., *Administrative Behavior* (2nd ed.), Macmillan, N. Y., 1961, pp. XXIV—XXV (3d ed., 1976).

7. Williamson O. E., The Economics of Discretionary Behavior: Managerial Objectives of the Firm, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1964.
8. Etzioni A., Modern Organizations, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1964, p. 5.
9. Downs A., Inside Bureaucracy, Little, Brown, Boston, 1967, pp. 84—85.
10. Perrow C., Organizational Analysis: A Sociological View, Wadsworth, Monterey, Calif., 1970.
11. Mackenzie K. D., Swinth R. L., Tuggle F. D., Analysis of General Systems through the Process Paradigm, Working Paper No. 96, University of Kansas, Lawrence, 1975.
12. Taschdjian E., The Entropy of Complex Systems, *Behavioral Science*, 19, 93—99 (1974).
13. Perrow C., The Analysis of Goals in Complex Organizations, *American Sociological Review*, 26, 6, 854—866 (1961).
14. Zald M. N., Comparative Analysis and Measurement of Organizational Goals: The case of Correctional Institutions for Delinquents, *The Sociological Quarterly*, 4, 3, 206—230 (1963).
15. Downs A., Goal Consensus, Recruitment and Indoctrination, Inside Bureaucracy, Little, Brown, Boston, 1967, pp. 223—246.
16. Sharkansky I., Public Administration: Policy Making in Government Agencies (2nd ed.), Markham, Chicago, 1972, pp. 41—79.
17. Там же, с. 59.
18. Rein M., Social Policy Analysis as the Interpretation of Beliefs, *Journal of the American Institute of Planners*, 37, 5, 309 (September 1971).
19. Milsum J. H., The Hierarchical Basis for General Living Systems, Klir G. J. (ed.), Trends in General Systems Theory, Wiley, N. Y., 1972, p. 179.
20. Bowman E. H., Fetter R. B., Analysis for Production and Operations Management (3rd ed.), Irwin, Homewood, Ill., 1967, pp. 246—266.
21. Riggs J. L., Production Systems: Planning Analysis and Control (2nd ed.), Wiley Hamilton, N. Y., 1976, pp. 396—404.
22. Там же, с. 405—414.
23. Gorry G. A., A System for Computer-Aided Diagnosis, Project MAC Report MAC-TR-44, MIT Press, Cambridge, Mass., 1967; Pipino L. L., The Cost of Tests and Cost of Misdiagnosis in the Test/No Test Decision, The Application of Fuzzy Sets to System Diagnosis and the Design of a Conceptual Diagnostic Procedure, Doctoral Dissertation, University of Massachusetts, Amherst, 1975, ch. 6.
24. Chaiken J. M., Larson R. C., Methods for Allocating Urban Emergency Units: A Survey, *Management Science*, 19, 4, 110—130 (December 1972).
25. См. п. 19, с. 180. Читатель также, по-видимому, понимает, что при увеличении интенсивности патрулирования растет число обнаруженных преступлений, т. е. растет кривая преступности [учитывающая лишь обнаруженные преступления. — Перев.]. Возникает парадокс: чем лучше работает полиция, тем хуже выглядит ситуация. Парадокс возникает из-за неверного выбора единиц измерения. См. гл. 10.
26. Fulkerson D. R., A Network Flow Computation for Project Cost Curves, *Management Science*, 7, 2, 167—178 (January 1961).
27. Fulkerson D. R., Flow Networks and Combinatorial Operations Research, *American Mathematical Monthly*, 73, 2, 115—138 (February 1966). Метод минимизации стоимости работ на критическом пути при вогнутой функции зависимости стоимости работы от времени ее выполнения изложен в работе Falk J. E., Horowitz J. L., Critical Path Problems with Concave Cost-Time Curves, *Management Science*, 19, 4 446—455 (December 1972).
28. Fiege E. L., 1972 Report of the President's Council of Economic Advisors: Inflation and Unemployment, *American Economic Review*, 62 (September 1972).

29. MacCrimmon K. R., Siu J. K., Making Tradeoffs, *Decision Sciences*, 5, 4, 680—704 (October 1975).
30. Smith L. H., Lawless R. W., Shenoy B., Evaluating Multiple Criteria-Models for Two-Criteria Situations, *Decision Sciences*, 5, 4, 587—596 (October 1975).
31. Cohon J. L., Marks D. H., Multiobjective Screening Models and Water Resource Investment, *Water Resources Research*, 9, 4, 826—836 (August 1973); Cohon J. L., Marks D. H., A Review and Evaluation of Multiobjective Programming Techniques, *Water Resources Research*, 11, 2, 208—220 (April 1975).
32. Jacoby N. H., Organization for Environmental Management — National and Transnational, *Management Science*, 19, 10, 1138—1150 (June 1973). Пример псевдобалаиса, достигаемого путем компромисса между текущими экономическими целями, с одной стороны, и эстетическими и экологическими целями, с другой стороны, приведен в работе Edmunds S., Tradeoffs in Assessing Environmental Impacts, Steiner G. (ed.), The Changing Business Role, UCLA, Graduate School of Management, Los Angeles, 1976.
33. Jacoby N. H., см. п. 32, с. 1141; Barkley P. W., Seckler D., Economic Growth and Environmental Decay, Harcourt Brace Jovanovich, N. Y., 1973.
34. Simon H. A., Technology and the Environment, *Management Science*, 19, 10, 1100—1121 (June 1973).
35. Simon H. A., там же, с. 1117—1121.
36. Van Gigh J. P., Application of Critical Path Analysis and Manpower Leveling to Maintenance Planning, *Canadian Operational Research Journal*, 3, 2, 81—85 (July 1965).
37. См. п. 20, с. 88—101.

ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ

В этой главе мы обсуждаем вопросы, связанные с этической стороной организации и функционирования систем. Весь круг этих вопросов мы назвали «этическими аспектами проектирования систем».

В прошлом наука могла оставаться независимой. Одной из важных предпосылок промышленной революции явился тот факт, что при выборе оптимального варианта руководствовались исключительно «технологическими потребностями». При таком подходе понятие эффективной работы сводилось к понятию работы с минимальными технологическими затратами [1].

Мы разделяем точку зрения Чёрчмена, который в своей работе, касающейся философии Зингера, пишет, что наука никогда не делает утверждений в изъяснительном наклонении, скорее — в повелительном [2].

В настоящее время наука и планирование стали целенаправленными и должны отвечать запросам общества, а выбор оптимального решения должен соответствовать оптимальным общественным затратам. Технологическая эффективность определяется теперь исходя из общественной полезности. Этические аспекты проектирования систем связаны с понятием ценностей, в частности общественных ценностей. Чтобы выявить этическую сторону системного проектирования, необходимо оценить его последствия для лиц, которых оно затрагивает. При этом следует рассмотреть:

- 1) критерии ценности — затраты и полезность,
- 2) науку о ценностях,
- 3) этические аспекты побочных эффектов,
- 4) этическую сторону производимых изменений,
- 5) этическую сторону поставленных целей,
- 6) этику руководителей,
- 7) ответственность перед обществом,
- 8) этическую сторону использования ресурсов,
- 9) потребление и охрану интересов потребителя,
- 10) ответственность за выпускаемую продукцию,
- 11) позиции «реалиста» и «идеалиста».

Критерии ценности

Большая часть лиц, принимающих решения, при оценке и сравнении различных проектов и решений руководствуется исключительно экономическими критериями. Такое предпочтение, отдаваемое экономическим оценкам, объясняется тем, что они легко вычисляются и просты для понимания. Тот факт, что и в древние времена в торговле использовались деньги, свидетельствует о долговечности экономических критериев. Несмотря на то что развитие метрологии (науки об измерении) достигло высокого уровня во многих областях, например в психологии, методы измерений в общественных науках развиваются недостаточно интенсивно. Мы знаем, что такое обращение денег, однако в таких областях, как социология, эстетика, экология, отсутствует понятие, эквивалентное денежному обращению, посредством которого можно было бы измерить необходимые величины.

Затраты как критерий ценности

Ценность нередко определяют лишь в терминах экономической ценности, полагая, что с помощью рыночного механизма устанавливается относительная цена товаров. Однако не все предметы подлежат купле-продаже. Кроме того, даже если можно было бы торговать каждым предметом, недостатки в механизме ценнообразования не позволили бы нам считать стоимость предмета, а также необходимые затраты по его изготовлению критерием его истинной ценности. Одной из главных причин того, что произведенные затраты не могут служить надежным критерием ценности, является обилие определений понятия затрат. Их классификация приведена в табл. 7.1.

Таблица показывает, насколько трудно использовать произведенные затраты в качестве критерия ценности. Стремясь к согласованности, бухгалтеры требуют, чтобы бухгалтерские книги составлялись на основе расходов наличными, понесенных издержек, прошлых затрат и фактических издержек. Однако они согласны и с тем, что эти затраты не могут быть использованы для принятия решений на будущее, в этом случае следует рассматривать будущие затраты, дополнительные издержки, издержки замещения, вмененные издержки и др. Различие между временем, когда должны быть произведены затраты (вклад), и временем, когда будет получена прибыль (результаты), так же как и возможность недооценки первого и переоценки второго факторов, подвергает сомнению оценки, полученные на основе затрат [3].

Таблица 7.1

Классификация затрат ¹⁾

Затраты		Основные различия
Вмененные издержки	Понесенные издержки	Понесенные убытки
Прошлые затраты	Будущие затраты	Степень предсказуемости
Краткосрочные затраты	Долгосрочные затраты	Время реализации выпускаемого продукта
Переменные издержки	Постоянные издержки	Уровень изменения расходов при изменении производительности
Прямые издержки	Общие издержки	Возможность разделить издержки по выполняемой операции на составные части
Расходы и иными	Расходы по записи	Время выплаты
Дополнительные издержки	Невозвратные издержки	Отношение к дополнительной деятельности
Устранимые издержки	Неустранимые издержки	Возможность сократить расходы
Регулируемые издержки	Нерегулируемые издержки	Возможность регулирования
Издержки замещения	Фактические издержки	Выбор времени осуществления оценки

¹⁾ Dean J., *Managerial Economics*, © 1951, p. 271 (С разрешения Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N J)

Даже если учитывать тот факт, что деньги со временем обесцениваются, из-за невозможности точно определить уровень инфляции в будущем нельзя полагаться на методы оценок, основанные на затратах.

Известно, что использование методов баланса также приносит неудовлетворительные результаты при определении будущих характеристик системы. Поэтому не рекомендуется пользоваться ими при выборе решений или при системном проектировании [4].

Понятие вмененных издержек было введено в предыдущей главе. Напомним, что они определялись как расходы, выплачиваемые за отказ от оптимального варианта. Конечно, нелегко определить, что такое оптимальный вариант и как его получить. Оптимум может быть найден и точно определен толь-

ко в том случае, если рассматривать содержательную сторону замкнутой модели.

Как было показано в гл. 6, симплексный метод линейного программирования приводит к теневым ценам, которые обусловлены мнимыми затратами, связанными с переходом к задаче с более слабыми ограничениями на ресурсы. Эти затраты могут быть вычислены, поскольку для задачи линейного программирования мы можем определить, какой выигрыш дает оптимальная сумма произведений.

Однако при реальном проектировании систем оптимальное решение нельзя получить точно. Следовательно, по определению, нельзя определить истинную величину вмененных издержек.

Трудности, связанные с использованием вмененных издержек в качестве обоснованного критерия при проектировании систем, явились причиной возникновения парадоксов, которые Чёрчмен называет парадоксами системного проектирования. Для того чтобы найти оптимальную систему, надо определить вмененные издержки. Но это можно сделать только в результате построения оптимальной системы, т. е. возникает методологический тупик [5].

Затраты выражаются не только в экономических терминах. Они могут представлять и другие, поддающиеся оценке величины.

Авторы работы [6] предложили теорию стимулирования для организаций, основанную на принятии человеком решения о вступлении в организацию. Человек решает, вступать или не вступать в организацию в зависимости от того, превысит получаемая им прибыль необходимые затраты или нет. Индивидуальные затраты человека, решившего работать в данной организации, а не в каком-либо другом месте, включают в себя время, приложенные усилия и др.

Использование социальных критериев, дополняющих экономические (см. гл. 10), является прямым результатом того, что затраты, в частности экономические, не являются в полной мере критерием ценности.

Полезность как критерий ценности

Эволюция понятия полезности хорошо освещена в работах [7, 8]. В этих работах показано, как понятие полезности использовалось в классической экономике в качестве основы для изучения понятия потребительского предпочтения. Показана также непригодность шкалы полезности, применяемой до того, как Нейман и Моргенштерн на базе теории игр объединили теорию вероятностей и теорию принятия решений для того,

чтобы ввести понятие решения, связанного с риском [9—11].

Развитие современной теории полезности было вызвано тем, что ни существующая в текущий момент денежная стоимость, ни ожидаемая денежная стоимость (стоимость, взвешенная посредством вероятностей исходов) не могли служить достаточно обоснованным руководством при принятии решений. Современная теория полезности позволяет приписывать ожидаемые значения полезности возможным вариантам и в определенной степени учитывать психологические характеристики лиц, принимающих решения в ситуации, связанной с риском.

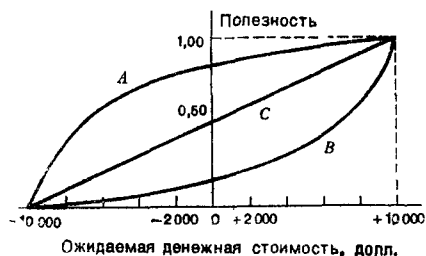


Рис. 7.1. Типичные кривые полезности

A—для лица, уклоняющегося от риска, *B*—для лица, не уклоняющегося от риска, *C*—полезность, уравненная с ожидаемой денежной стоимостью

На рис. 7.1 изображены три типичные кривые полезности: для лица, уклоняющегося от риска (кривая *A*), и для лица, не уклоняющегося от риска (кривая *B*), а также для случая, когда полезность эквивалентна ожидаемой денежной стоимости (кривая *C*). Можно показать, что

1. Для лица, не уклоняющегося от риска, наблюдается уменьшение маргинальной полезности (кривая *B*) для небольших денежных вкладов. Для лица, уклоняющегося от риска, уменьшение маргинальной полезности происходит тогда, когда денежные вклады велики (кривая *A*).

2. Лицо, уклоняющееся от риска (кривая *A*), всегда оценивает ожидаемую ценность вариантов, связанных с риском, выше, чем их ожидаемую денежную стоимость, тогда как лицо, не уклоняющееся от риска, недооценивает их (кривая *A* всегда выше кривой *C*, а кривая *B* всегда ниже кривой *C*).

3. Изображенные кривые полезности относятся к отдельным принимающим решения лицам, которые стоят перед выбором, пользоваться ли им принципом гарантированного результата или положиться на вероятностные оценки результата.

4. Построенные кривые полезности не могут быть использованы для сравнения решений, принимаемых различными лицами. Ими нельзя пользоваться и при разрешении вопросов,

связанных с этикой и социологией. Для более глубокого изучения существующих методов получения кривых полезности мы предлагаем читателю обратиться к работам [12—14].

5. Понятие полезности может стать практически используемым тогда, когда прогресс в теории полезности позволит увеличить «силу шкалы» полезности (более подробно последнее понятие обсуждается в гл. 8) [15]. В настоящее время есть основания полагать, что скоро понятие полезности усовершенствуется таким образом, что можно будет измерять полезность в общепринятых единицах.

Многомерные модели принятия решений, использующие аддитивные и мультипликативные функции полезности, описаны в гл. 11 (см. также работу [16]).

Наука о ценностях

Чёрчмен является сторонником создания науки о ценностях и научного метода оценки этической стороны вопроса [17].

Когда ученый-руководитель дает «рекомендации» относительно системного проектирования, он производит «этическую оценку», т. е. определяет, какой система будет для пользователя — «хорошей» или «плохой». Ученый не может снять с себя ответственности за работу системы (гл. 15). Он должен отвечать за результаты своего труда. Следовательно, этические аспекты системы (ее способность к повышению или понижению благосостояния тех людей для которых она предназначена) приобретают особую важность.

Однако, как было показано в начале настоящей главы, определение понятия ценности системы связано с большими трудностями. По мнению Чёрчмена, если нет согласованности в том, каким из определений расходов следует пользоваться, то для принятия решений недостаточно только вычисления тех расходов, которые необходимо произвести. Он считает, что «определение расходов должно сочетаться с нахождением оптимальной политики». Обратимся к вопросу о накладных расходах¹⁾.

Проблема, связанная с накладными расходами, с точки зрения управления оказывается довольно сложной. В какой степени следует учитывать накладные расходы при определении расходов, связанных с некоторой деятельностью? Очевидный ответ — в такой степени, в какой влияет на них направление деятельности — является не чем иным, как формулировкой данной проблемы, а не ее решением. Рассмотрим пример, который уже приводился в литературе. Рабочие заводского цеха приходят на склад, чтобы получить инструменты. Сколько обслуживающего персонала требуется для склада? Если он будет слишком малочисленным, то рабочие будут вынуждены дожидаться

¹⁾ Churchman C. W., Prediction and Optimal Decision: Philosophical Issues of a Science of Values, © 1961, p. 63. (С разрешения Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.)

своей очереди, и из-за потерянного ими времени возрастут затраты. Если же обслуживающих работников будет слишком много, то из-за их простоев возникнут ненужные затраты.

Как следует измерять эти затраты? Следует ли включать затраты на содержание обслуживающего персонала в затраты, связанные с простоем рабочих? Если да, то какой уровень обслуживания при этом рассматривается? Следует ли учитывать время простоя машин? Если да, то как его вычислить? Ответ на поставленные вопросы такой: следует рассматривать те затраты, которые зависят от количества обслуживающего персонала на складе. Например, если для оптимального режима работы цеха требуется одно и то же число обслуживающего персонала вне зависимости от того, тратят ли рабочие время на ожидание на складе или нет, то затраты на содержание обслуживающего персонала не должны быть включены в затраты, связанные с простоем рабочих, поскольку не имеют к ним никакого отношения. Последнее вытекает из того, что при любом количестве обслуживающего персонала результаты идентичны. Однако о возможности исключить их из рассмотрения мы смогли узнать лишь из того, что оптимальный режим работы цеха не зависит от числа обслуживающего персонала.

Следовательно, для того чтобы определить затраты, связанные со временем ожидания и временем простоя, требуется модель, которая описывала бы организационную структуру цеха. С помощью такой модели могут быть вычислены затраты, связанные с простоем оборудования и работников склада, для случая, когда, несмотря на отсутствие рабочих у своих мест, их оборудование все же как-то используется, а также когда работники склада во время отсутствия посетителей выполняют другую работу. Иными словами, мы стремимся определить не взаимосвязь между затратами на содержание и числом обслуживающего персонала, а то, как организационная структура цеха влияет на эти затраты [18].

Поэтому задачей системного проектировщика является построение не описательной, а нормативной модели, т. е. модели, с помощью которой мы смогли бы принимать рациональные решения. При этом целям, результатам и возможным путям их достижения следует назначить их ценности, которые, как и всякие другие качества, должны быть измерены. Это может быть сделано только при выполнении «обязательных условий». Если эти условия выполняются, то можно предсказать то, что «должно» произойти. Одним из таких «обязательных условий», выполнение которых необходимо для достоверных предсказаний, является «полная информированность»:

Рекомендации, касающиеся поведения, зависят от того, какой информированностью обладает ЛПР: полной, неполной или вероятностной. Ученый как помощник ЛПР должен решать две задачи: улучшать структуру знаний ЛПР и определять действия последнего в случае, когда тот станет более осведомленным [18]

Если бы ЛПР обладало полной информированностью, то оно всегда знало бы, что следует делать. Вопрос состоит в следующем: способна ли наука улучшить структуру знаний человека и помочь ему принимать наилучшие решения. Для определения ценностей, необходимых для того, чтобы обеспечить нужной информацией лиц, принимающих решения, следует использовать научные методы.

В следующей главе будет показано, что ценности, подобно любому другому качеству, поддаются измерению. Вопрос здесь заключается лишь в «силе шкалы».

Политическая деятельность неразрывно связана с понятием ценностей. Поэтому и в области государственной политики невозможно представить себе управление, основанное на произвольном определении ценностей: «Для достижения цели в деле, где оценка играет важную роль, должны быть использованы научные и логические методы» [19]. Государственному деятелю, работнику аппарата управления, социологу, системному проектировщику — всем этим лицам необходимо использовать научные методы для принятия верных решений и понимания мотивов, определяющих убеждения и поведение человека [20].

Предположение Ласло о том, что понятие ценности «определяется уровнем адаптации человека к окружающим его биологической и социальной средам», создало основу для науки о нормативных ценностях, «когда строятся модели оптимального физического и умственного развития личности» [21]. Как мы уже отмечали в гл. 4, в том случае, когда система приоритетов строится на основе отношения производящего оценку субъекта к оцениваемому объекту, ошибочно было бы полагать, что между сущностью объекта и его ценностью существует различие [21].

«Явная ценность» может отличаться от «нормативной ценности». Если последняя «определяет условия, при выполнении которых человек оптимальным образом приспосабливается к окружающему миру», то первая показывает, насколько хорошо он функционирует и приспосабливается к соответствующей среде. При хорошем функционировании человека для него «почти совпадают явная и нормативная ценности». Для развития науки о нормативной ценности необходимо установить условия, при выполнении которых «человек как психофизическое существо» функционирует на нескольких уровнях — биологическом, социальном и культурном. Более подробное исследование понятия ценности изложено в работах Рокича [22].

Основные вопросы

Для того чтобы соблюдать этические принципы и давать полезные рекомендации, проектировщик должен:

1) понять цели тех лиц, которых он обслуживает. Он должен оценить цели своих клиентов и выразить их в терминах «выигрыша» и «ущерба».

2) учесть последствия своей работы по отношению ко всем лицам, на которых она окажет воздействие. Системный проек-

тировщик должен предвидеть последствия каждого из принятых им решений и соответствующим образом учесть их при оценке решения.

Эти два требования вызывают ряд следующих вопросов:

1. Как определить и оценить цели руководящих работников?
2. Как согласовать противоречивые цели групп с различными интересами?
3. Что называть «хорошим», а что называть «плохим» или «вредным»? Для кого «хорошим»? Чем «хорошим»? В каком смысле «плохим» и для кого «вредным»?

Отметим, что понятие «этические аспекты проектирования систем» не включает в себя оценку поведения людей в системе, а отражает лишь влияние на них системного проектирования.

Оценка целей заказчиков систем, так же как и оценка последствий выбранных проектов, обуславливает появление новых проблем.

4. Необходимо оценить стремления сторон с различными интересами. Данный вопрос встает, например, когда возникают разногласия по поводу использования земельных участков под стоянку для автомобилей. В этом примере схема приоритетов основана на том, что дополнительный приезд посетителя из менее богатого округа приносит доход владельцу стоянки вдвое выше, чем одноразовое пользование стоянкой посетителя из более богатого округа. Таким образом, при оценке числа ежедневно ожидаемых посетителей из первого округа число ожидаемых пользователей стоянкой следует умножить на два.

Использование метода оценок основано на положении ... о том, что некоторые ежедневные пользователи оцениваются выше остальных. Решение принимается с учетом соответствующих весовых коэффициентов, которые имеют единичное значение для постоянных пользователей и значения, большие или меньшие единицы, для пользователей с соответственно большими или меньшими «заслугами» [23]

5. Системный проектировщик должен заботиться о беспристрастности и справедливости в подобной схеме приоритетов, где «заслуга» определяется с помощью «метода оценок». Здесь возникает вопрос: кто производит эти оценки? Например, кто определяет приоритеты при транспортировке воды из северной части Калифорнии в южную и кто решает, что приоритет жителей Лос-Анджелеса должен быть выше, чем приоритет жителей городов северной Калифорнии? Чем следует руководствоваться при установлении приоритетов?

6. Поскольку системы в зависимости от обстоятельств будут приносить пользу или наносить ущерб, т. е. производить некоторые «полезные» или «вредные» действия, то что следует взять системному проектировщику за основу для сопоставле-

ния этих двух результатов? Какими правилами определения приоритетов мы должны пользоваться для обеспечения справедливого и обоснованного распределения?

Автор работы [24] полагает, что в соответствии с утилитаризмом, философией и этикой наиболее обоснованная и полная система приоритетов получается при объединении принципов полезности и справедливости. Он рекомендует нам добиваться максимально возможного преобладания полезного над причиняющим ущерб (доходов над затратами), причем в максимально широкой области.

Боулдинг рассматривает справедливость, свободу и прогресс как три основных понятия своей философской теории. Он является сторонником этической теории, в которой каждый человек несет «ответственность за другого человека», отождествляя, хотя бы частично, его интересы со своими; разделяя его радости и огорчения [25].

Рейн предлагает теорию, которая согласовывает задачи экономической эффективности со свободой действий и равенством. Целью этой теории является достижение компромисса между указанными тремя сторонами [26].

Вне зависимости от того, каким этическим принципам следуют системные проектировщики и руководители предприятий, они должны выполнять следующие предписания:

1. Использовать имеющиеся ресурсы в целях общественного благополучия.
2. Выяснить, «согласованы ли задачи, выдвигаемые заказчиками, с интересами последних».
3. Оценить последствия работы системы.
4. Определить оптимальный проект как всей системы в целом, так и ее подсистем.
5. Отчетливо представлять, что оценки (положительные и отрицательные) бывают не только экономическими. В процессе принятия решений интересы человека должны играть не меньшую роль, чем технические или экономические критерии [27].

Этические аспекты побочных эффектов

В процессе проектирования систем важно не только учитывать необходимые расходы и ожидаемую прибыль, а следует также принять во внимание действия соседних систем. Мы имеем в виду, конечно, побочные эффекты, три примера которых приводятся ниже. Первый из них относится к развитию промышленности, второй — к строительству автострады, в третьем обсуждаются проблемы, связанные со строительством курортного комплекса в сельской местности.

Промышленное развитие

Работа комиссии по изучению промышленного развития должна способствовать общественному прогрессу, который, по общему мнению, ускорится в результате появления новых отраслей промышленности. Чтобы не быть голословным, необходимо сопоставить положительные и отрицательные стороны промышленного роста.

Преимущества

1. *Экономическая выгода.* Для развития новых отраслей промышленности требуются дополнительная рабочая сила и использование новых навыков. При этом возникают новые виды деятельности и совершенствуется экономическая основа общества. Фирмы, банки, торговые палаты местного значения — все эти органы поддерживают расширение.

2. *Рост числа налогоплательщиков и увеличение государственного годового дохода.* Налоги, уплачиваемые новыми землевладельцами, будут расходоваться на общественные нужды. Старые землевладельцы могут также извлечь выгоду из возможного уменьшения их налоговых расходов. Иногда города с местным самоуправлением получают от арендаторов значительные доходы в виде платы за имущество и арендной платы, как это бывает, например, когда нефтяные компании добывают права на бурение скважин в частных владениях.

3. *Изменение облика.* Многие находят городскую обстановку более подходящей для образования и культурного развития. Разнообразные виды деятельности, характерные для городов с их многочисленным населением, привлекают наиболее высококвалифицированных и образованных людей.

Недостатки

1. *Дополнительные налоги.* По мере общественного развития возникает необходимость в дополнительных организациях и службах, таких, как школы, учреждения по охране закона, противопожарная охрана. Поэтому, несмотря на то что новые арендаторы частично оплатят расходы на эти нужды, размер налога для каждого жителя возрастет.

2. *Нежелательные воздействия.* Даже в том случае, когда промышленное развитие планируется разумно, оно будет оказывать некоторые нежелательные воздействия на общество и его членов. Степень такого воздействия, конечно, будет зависеть от характера современной индустрии. Развитие тяжелой

индустрии повлечет значительное увеличение капиталовложений, однако оно может вызвать и нежелательные явления, такие, как возникновение шумов, загрязнение окружающей среды промышленными отходами, в частности загрязнение воздуха. Точно предсказать ожидаемые изменения окружающей среды нелегко, и поэтому они могут быть установлены только спустя много лет.

3. *Социальные изменения.* Происходит вытеснение села городом. Население из центральной части города перемещается в пригороды, возникают проблемы, связанные с урбанизацией.

4. *Действия на другие системы.* Комиссию по изучению развития промышленности в некотором городе интересует исключительно то, что связано с индустрией. Ее не интересует, например, рост численности населения за счет переезда из соседних городов, что приводит к появлению дополнительных потребностей. Комиссию не волнует и тот факт, что с ростом населения увеличивается объем торговли, что требует создания дополнительной сети дорог и транспортных средств, затраты на которые могут отразиться на других городах и даже на всем государстве.

Несомненно, что лица, занятые планированием и проектированием, ясно представляют себе, что некоторые результаты их работы будут более полезными, другие — менее полезными. Проектировщики должны стремиться к следующему:

1. Прежде чем принимать какой-либо законопроект, следует оценить его положительные и отрицательные стороны.

2. Учитывать воздействие развития промышленности на общество как в ближайшем, так и в отдаленном будущем.

3. Учитывать воздействия за пределами их собственной системы.

4. Помнить, что некоторые из этих воздействий могут затрагивать такие области и таких лиц, которых не принимали во внимание.

5. Понимать, что прибыль и затраты, связанные с ростом и расширением, могут быть не только чисто экономическими, но и затрагивать социальную и культурную сферы общества, а также влиять на жизнь и здоровье людей.

6. Удовлетворять нужды и просьбы заказчиков и информировать их о своих намерениях и планах.

Планирование промышленного развития общества затрагивает процесс развития сложной открытой системы. Этот процесс полностью не изучен. Этические аспекты планирования включают предвидение и учет благоприятных и неблагоприятных последствий как на систему, непосредственно связанную с этим планированием, так и на другие системы.

Строительство автострады

При составлении плана по строительству автострады планировщики и проектировщики считают, что это будет полезно для

1) некоторых промышленных предприятий, которые увеличили бы свою прибыль;

2) потребителей продукции этих предприятий;

3) некоторых районов, которые без этой дороги остались бы изолированными, а также для всего региона вследствие увеличения торгового оборота;

4) пассажиров и туристов, которые смогли бы быстрее и проще добираться до места назначения.

Наряду с положительными имеются и отрицательные последствия строительства автострады.

1. Испытывают неудобство те, кто вынужден сменить место жительства, возможны личные затраты, связанные с потерей жилья, а иногда и с потерей работы. Особенно большие трудности выпадают на долю семей с более низкими доходами.

2. Жители тех районов, которых строительство новой автострады не затрагивает непосредственно, могут частично или полностью лишиться работы.

3. Сообщество может потерпеть убытки из-за потери земель, бывших в общественном пользовании, за которые взимался налог.

4. Воздействуют на людей и такие нежелательные последствия расширения дорожной сети, как загрязнение, увеличение пыли и шума, а также потеря естественной природной красоты.

5. У местных органов власти появятся дополнительные заботы, поскольку население районов, прилегающих к построенной автостраде, увеличится. Рост населения может оказаться полезным (он может привести к увеличению налогового сбора благодаря большому числу пайщиков), однако становится необходимо также расширить сферу работ по обслуживанию (и увеличить налоги), а кроме того, возникают и второстепенные проблемы, вызванные процессом урбанизации, как, например, затраты, связанные с загрязнением окружающей среды, введение новых законов, обслуживание населения [28].

6. Если рассматривать все возможные варианты, касающиеся создания транспортных средств, то могут быть найдены более важные по сравнению с созданием автострады стоящие перед обществом проблемы, разрешение которых требует затрат на проектирование и строительство. В плане системного подхода к созданию транспортных средств строительство автострады, очевидно, является лишь одной из проблем, которые следует рассмотреть. Поэтому вариант, связанный со строитель-

ством автострады, следует сравнивать с другими возможными вариантами с точки зрения получаемой выгоды, неудобств и затрат (прямых и косвенных) [29].

Строительство большого курортного комплекса

Допустим, что в тихой сельской местности решено построить курорт.

Преимущества

1. Курорт притягивает к себе большое количество людей, что способствует развитию туризма и приносит экономическую выгоду.

2. Появляются новые рабочие места. Однако корпорация, владеющая комплексом, принимает на работу из соседней местности только низкоквалифицированных людей, а людей, способных к управленческой деятельности,— из других районов.

3. Побочное развитие. Для приема большого числа туристов строятся новые поселки и города-спутники. Строительство новых гостиниц и отелей способствует экономическому росту.

4. Коммерческий рост. Строительство новых поселений приносит выгоду владельцам недвижимой собственности. Цены на землю, так же как и арендная плата, стремительно поднимаются. Отдельным лицам это приносит выгоду, в то время как людям, не занимающимся бизнесом и не имеющим постоянного заработка, приходится переезжать в другие районы.

Недостатки

1. В результате экономического бума появляются новые социальные проблемы. Из-за большого наплыва людей становится более интенсивным уличное движение. Это приводит к необходимости расширения аппарата по охране общественного порядка, увеличения числа полицейских участков и развития других служб.

Одновременно с ростом населения государственные или местные органы власти должны увеличить расходы, связанные с обслуживанием. Прибыль же ожидается только в будущем, когда полностью завершится работа по созданию курортного комплекса.

Требуются дополнительные запасы воды и сооружение дополнительных водоочистительных установок.

Увеличение числа людей и автомобилей приводит к большому загрязнению воздуха и увеличению шума. Когда тихий район становится центром строительства, изменяется его жизненный уклад.

Скотоводческие фермы уступают место городскому строительству, которое одним приносит выгоду, а другим наносит ущерб.

2. Побочные эффекты. Строительство курортного комплекса оказывает определенное воздействие по крайней мере в радиусе 150 км. Оно влияет на снабжение и работу транспорта, изменяет характер обслуживания. В частности, его воздействие ощущается в системах, которые не имеют отношения к доходам, получаемым с курортного комплекса. Корпорация, владеющая курортом, часть расходов (экономических и социальных), вызванных строительством курорта, перекладывает на плечи местного населения.

Этическая сторона производимых изменений

Производимые изменения делают актуальным не только вопрос о целях и способах их достижения, но и вопрос, который Келмен называет «добродетелью людей, делающих добро» [30].

Как обсуждается в гл. 15, производимые изменения требуют некоторого воздействия, убеждения и общения с теми людьми, которых эти изменения касаются. Это воздействие включает в себя контроль над заказчиком и навязывание ему проектировщиком своего представления о ценностях. Келмен называет это воздействие «манипуляцией» и предлагает описанные в табл. 7.2 действия по смягчению манипуляций при изменении поведения.

Наше предположение о том, что изменение включает в себя манипуляцию и управление, так или иначе следует из нашего убеждения в том, что человек сам решает свою судьбу. Даже если, подобно Скиннеру, занять крайнюю позицию в этой полемике и полагать, что человек, лишенный своего собственного «я», находится во власти бихевиористских манипуляций, это не разрешит возникших вопросов по поводу целей у целевого регулирующего механизма.

По мнению Скиннера, человек в обществе подвержен «бихевиористскому воздействию», которое производит «большие изменения в его поведении». В частности, Скиннер предлагает применять меры воздействия, посредством которых человек вознаграждался бы за удовлетворительное поведение и наказывался бы за неудовлетворительное поведение. При этом, по его мнению, образовалось бы общество примерных людей, поведением которых можно управлять с помощью научных методов. Скиннер считает, что люди склонны к противодействию управлению во имя свободы и свободной воли, в то время как

Действия по смягчению манипуляций при изменении поведения ¹⁾

Желаемые результаты	Действия профессионала	Действия исследователя-прикладника	Действия главного исследователя
1. Углубление знаний о манипуляции	Самооценка и оценка клиента, разрешение клиенту «возражать»	Организация дела такова, что производится оценка и используются полученные ранее выводы. Рассмотрение того, как, на каком основании и в каком смысле будут использованы эти выводы	Ожидаемая вероятность различных применений результатов исследования, обусловленная существующими социально-историческими рамками
2. Обеспечение защиты от манипуляции внутри процесса	Сведение к минимуму собственных ценностей и максимальное увеличение ценностей клиента как доминирующий критерий для изменения	Помощь плановой группе в защите ее интересов, против посягательства на ее свободу	Исследование противодействия управлению и сообщению решений обществу
3. Повышение свободы выбора как позитивная задача	Использование профессионального искусства для увеличения возможностей выбора клиента и расширения области выбора	Предоставление возможностей расширенного выбора для части плановой группы как неотъемлемая черта планируемого изменения	Определение условий увеличения свободы выбора и максимизация индивидуальных ценностей

¹⁾ Kelman H. C., A Time to Speak: On Human Values and Social Research, © 1968, p. 26. (С разрешения Jossey-Bass, Inc., San Francisco, Calif.)

при более эффективном управлении их жизнь стала бы лучше [31].

Проблема, связанная с построением в обществе системы управления, предложенной Скиннером, возвращает нас к проблеме выбора подходящих целей для системы. Мы снова сталкиваемся с проблемой выбора критерия для этической оценки системы и с проблемой оценки целей.

Этическая сторона поставленных целей

Каким образом и кем определяются цели системного проектирования? Как узнать, что планировщики, эксперты, аналитики и лица, принимающие решения, преследуют подходящие цели? Так же как и Поленз, мы можем спросить: «Хорошо ли то, что люди обычно стремятся к реальной пользе?» [32].

С проблемой выбора наиболее полезного направления деятельности человека были знакомы еще в древних цивилизациях. Например, в Древней Греции во времена Перикла (499—429 гг. до н. э.) граждане обычно сообща обсуждали свои проблемы и принимали решения по всем спорным вопросам на основе убедительных доводов. Каждый человек рассматривал обсуждавшуюся проблему со своей точки зрения. Такой способ был пригоден в те времена, во-первых, потому что проблемы были не очень сложными и выбор различных вариантов был не слишком велик, а во-вторых, люди, участвовавшие в принятии решений, руководствовались не только личными интересами, но и интересами общества. На основании чего они отдавали предпочтение «истинно хорошему» решению? Где они могли приобрести знания о «хорошем» как объективной оценке?

Сократ считал, что если бы жители Афин заботились только о хорошей жизни, это привело бы их к гибели. Благополучие каждого зависит от благополучия общества.

Таким образом, первейший долг каждого — заботиться о благополучии общества и не подвергать его опасности ради личных интересов. Это требование составляет основу норм поведения человека и уже в древнем городо-государстве определяло самые лучшие человеческие качества, такие, как нравственность и красота. Тот, кто заботится только о своих собственных интересах, не считаясь с интересами своих сограждан и пренебрегая общественным мнением, наносит вред не только государству, но и самому себе .. [33].

Таким, образом, мы сформулировали постоянно необходимое условие согласования личных интересов с общественными¹⁾ Различные социальные и политические организации,

¹⁾ Гармоническое согласование интересов личности и общества возможно лишь в неантагонистических обществах. — *Прим. ред.*

созданные человеком, призваны удовлетворительно для всех заинтересованных сторон разрешить эту дилемму. Если мы смотрим на человека с оптимизмом, то естественно полагать, что его действия бескорыстны и что он свои личные цели подчинит общественным целям, или целям той организации, к которой он принадлежит. С другой стороны, если человек эгоистичен (пессимистическая точка зрения), он не станет добровольно подчинять свои цели целям более высоких инстанций. Независимо от того, какими являются человек и окружающее его общество, мы должны определить критерии оценки целей, стоящих перед отдельными лицами или организациями.

Это возвращает нас к вопросу, поставленному Чёрчменом: «Каким образом человек пришел к самооценке своих собственных целей?» [34]. Наши ответы на этот вопрос, а также на связанные с ним вопросы пока еще не вполне удовлетворительны. Принцип контроля и баланса, используемый для этой цели, оказался лишь частным решением. Нет гарантии того, что лица, занятые контролем, смогут лучше остальных определить, являются ли преследуемые цели приемлемыми. Какие мы имеем основания, чтобы ручаться за гаранта? Чёрчмен вводит различие между планировщиком-реалистом и планировщиком-идеалистом. Соответствующие две «философии» представляют два метода исследования целей в системах. Они обсуждаются в последнем разделе настоящей главы.

Этика руководителей

Этика в предпринимательстве представляет особый интерес, поскольку в последнее время корпорации и их служащие подверглись критике за те направления деятельности, которые кажутся противоречащими общественным интересам или находятся в конфликте с интересами других организаций. Недавно мы были свидетелями того, как служащие одной из корпораций были вовлечены в политические махинации. Известны также такие случаи, как свертывание торговых отношений, вмешательство в избирательную кампанию других государств, использование информации лицами, облеченными доверием, в целях личной выгоды и т. п. Мы узнали также о причастности сотрудников правительственной администрации к ряду скандальных дел. Поэтому этика в предпринимательстве, если она существует и оказывает влияние на деятельность специалистов, должна затрагивать не только работников частных предприятий, но и тех, кому доверено управление общественными организациями и общественными фондами. Когда дело касается корпораций, мы должны помнить еще об одном аспекте,

рассмотрению которого отведен следующий раздел. Этот аспект, отчасти относящийся к кругу вопросов под общим названием «этическая сторона использования ресурсов», касается деятельности корпораций, которые руководствуются порой лишь экономическими мотивами, забывая об общественных интересах. Мы можем указать несколько примеров, когда направление деятельности корпораций основывалось только на их собственной экономической выгоде и игнорировало охрану окружающей среды и другие интересы общества. В последние годы правительственные органы на всех уровнях (государства, штата и округа) усилили проверку планов корпораций до стадии их реализации с целью охраны общественных интересов. Корпорации проявляли недовольство, поскольку это увеличило объем их канцелярской работы. Во многих случаях им приходится в значительной степени изменять свои планы. Иногда, встретив сопротивление со стороны некоторых лоббистов и так называемой «нерациональной» оппозиции некоторых группировок, план полностью отменялся. Нужно ли такое вмешательство правительства? Могут ли корпорации заботиться о своей выгоде и в то же время принимать во внимание интересы общества? Авторы многих книг о социальной ответственности обращаются к тщательно разработанным кодексам этических норм, которые должны выполнять служащие, управляющие работой предприятия. Но достаточно ли располагать кодексами для того, чтобы быть уверенными в соблюдении этической стороны управления, в то время как нарушаются даже законы? Читателей, которым данная тема может показаться неинтересной, автор хочет заверить в том, что хотя и могло показаться, что он разделяет ту или иную точку зрения по данному вопросу, цель состоит не в этом. Здесь мы хотим дать краткий обзор проблем, связанных с этикой в предпринимательстве, и поднять вопрос об усилении роли этических аспектов проектирования систем.

Автор работы [35] перечисляет некоторые источники нравственных норм руководителей предприятий. К сожалению, как заметит читатель, они зависят от конкретной ситуации и поэтому изменяются от случая к случаю. Принципы руководства определяются следующими моментами: 1) религией, 2) философией, 3) культурным уровнем, 4) правовой системой, 5) профессиональными кодексами.

Существуют также известные правила, касающиеся этики управления руководителей, такие, как «золотое правило», «принцип наибольшей пользы для наибольшего числа людей» и т. п. В целом же поведение определяется

- чувством личной ответственности, проистекающим из своих собственных представлений;

- чувством служебного долга, включая ответственность перед корпорацией, что означает работу в интересах доверителей, служащих, заказчиков и акционеров;
- нормами, характеризующими добросовестность отношения к труду;
- экономической ответственностью — деятельностью, связанной с экономикой производства;
- этическими нормами, установленными лицами определенной профессии или действующими на определенном предприятии;
- чувством ответственности за соблюдение юридических законов, решений органов судопроизводства, административных распоряжений и т. д. [36].

Никакое из предписаний, правил и руководств, перечисленных выше, не может гарантировать потребителям, безработным или избирателям, что директора фирм, правительственная администрация или члены палаты представителей всегда будут работать безупречно и принимать во внимание их интересы. Это зависит от возможности юридического или экономического воздействия на работу руководителей, а также от существующих этических норм.

Под юридическим воздействием понимается использование силы закона; экономическое воздействие определяется величиной прибыли; на формирование этических норм влияют различные мотивы, описанные выше. Воздействовать можно также и убеждением.

Ответственность перед обществом

Несмотря на большое количество литературы по данному вопросу, появившейся за последние годы, остается неясным, каким образом руководство частных предприятий учитывает ответственность перед обществом в процессе принятия своих планов. Некоторые утверждают, что руководитель предприятия должен стремиться к получению максимальной прибыли и в то же время принимать во внимание ответственность своего предприятия перед заказчиками и обществом, ответственность за сохранение окружающей среды и другие аналогичные проблемы. Однако утверждение такого рода является слишком расплывчатым и неопределенным для того, чтобы служить директивой в процессе принятия решений. Решение вопроса о том, что для общества является важным, а что второстепенным, зависит от понимания руководителя и от каждого конкретного случая. Поэтому приведенное выше утверждение относительно

линии поведения руководителя предприятия вряд ли является жизнеспособным. Другие утверждают, что руководитель предприятия всегда стремится как к «сиюминутной» прибыли, так и к прибыли, которую он рассчитывает получить через длительное время, и поэтому он непременно примет во внимание свою ответственность перед обществом. В соответствии с этой теорией фирма сама заинтересована выполнять свой долг перед обществом, и, поступая так, она обеспечивает себе максимальную прибыль в течение длительного периода времени. Подобная точка зрения, хотя и выглядит убедительной, не является более определенной, чем предыдущая, поскольку руководителю предприятия предоставляется широкий выбор действий и не дается конкретных указаний по поводу того, как далеко ему следует пойти в преследовании целей получения прибыли или в заботе об интересах общества.

Оценка социальной ответственности руководителями предприятий претерпевала изменения, которые можно представить как три последовательные фазы.

На первой фазе руководитель предприятия считал, что «в обществе должен господствовать скрытый эгоизм», давая этому следующее рациональное объяснение: «получение фирмой максимальной прибыли выгодно и для самой фирмы, и для общества». На данной стадии все подчинено увеличению прибыли и целям экономического плана.

На второй фазе руководитель фирмы стремился найти компромиссное решение, учитывая интересы общества и стремление фирмы к увеличению прибыли. Он осознает необходимость соблюдения некоторого баланса общественных ценностей и экономических выгод.

На третьей фазе, которая, по общему мнению, продолжается в настоящий момент, руководитель предприятия занимает позицию «просвещенного эгоиста». Эта позиция состоит в следующем: участие фирмы в сохранении окружающей среды помогает решению ее ближайших и будущих задач, и поэтому фирма, помимо строгого соблюдения законов, должна учитывать интересы общества. Девизом является: «Что выгодно для общества, то выгодно для компании». Интересы людей могут стоять выше денег. Наряду с тем, что получение прибыли является необходимым условием существования фирмы, бизнес не должен причинять ущерба обществу [37].

Каким образом последний из перечисленных методов управления проявляется в повседневной деятельности руководителей предприятий — довольно интересный вопрос, и его решение мы предоставим читателю. Известно немало случаев, когда руководители придерживаются линии поведения, подобающей государственному деятелю, и когда противоречат ей,

Удовлетворение большого числа требований

Проблемы, касающиеся охраны окружающей среды и загрязнения частными и государственными предприятиями земных пространств, воздуха и воды, вызывают новые вопросы. Если бы предприятия поощрялись за установку оборудования, уменьшающего выбрасываемые ими отходы, то, казалось бы, отпала бы необходимость в строгих законах и мерах воздействия на эти предприятия, чтобы заставить их бережно относиться к окружающей среде. Однако многие фирмы могут позволить себе установку дорогостоящего оборудования для очистки отходов лишь при условии, что они повысят цены на свою продукцию, что, очевидно, понизит их конкурентоспособность. Борьба за сохранение окружающей среды только начинается. Для крупных корпораций, как и для правительства, было бы неразумно недооценивать общественное требование, призывающее к сохранению окружающей среды. Сейчас пока еще не ясно, чем закончится эта борьба: принятием мер, предусматривающих ограничение свободы действий предприятий, или же правительство предоставит субсидии фирмам для выплаты расходов по переоборудованию заводов. В первом случае те фирмы, которые в состоянии установить очистные сооружения, продолжают свое существование, те же, кто не способен это сделать, обанкротятся. Таким образом, фирмы, которые заботятся лишь об увеличении прибыли, не считаясь с установленными законами и общественными интересами, рискуют тем, что могут быть осуждены обществом и что правительство может принять против них соответствующие меры. А фирмы, для которых выполнение требований закона важнее, чем получение максимальной прибыли, и для которых интересы общества выше своих собственных интересов, оказываются удовлетворенными или вознаграждаются.

Иногда общество заинтересовано в сохранении статус-кво. Если фирма загрязняет окружающую среду или если правительственное учреждение нарушает закон, но при этом обе организации способствуют увеличению рабочих мест и росту годового дохода, то общество оберегает их и защищает их позицию. В данном случае фирма старается максимально удовлетворить свои потребности или по крайней мере сохранить средства, необходимые для своего существования.

Отношение фирмы или исполнительного органа к интересам общества непосредственно зависит от того, насколько проектируемая система удовлетворит потребителей, для которых предназначена ее продукция, а также от того, насколько точно могут быть определены затраты и прибыль. Когда исполнительные органы стремятся удовлетворить потребности общества,

они играют важную роль в соблюдении этических требований, предъявляемых к системам.

Один из влиятельных банков выразил свои обязательства по отношению к программе социальной ответственности следующим образом:

«Мы полагаем, что это обязательство (программа эффективных действий, связанных с социальной ответственностью) есть не что иное, как проявление умелого отношения к делу.

Два основных положения заставляют нас считать социальную ответственность одним из критериев управления. Мы полагаем, что ни одна из корпораций не может быть выше в нравственном отношении, чем общество, которому она служит. Долгосрочные задачи любой корпорации неразрывно связаны с окружающим ее обществом.

Далее, мы полагаем, что успех учреждений, как общественных, так и частных, непосредственно зависит от их способности учитывать в своей деятельности ценности, задачи и стремления общества, в котором им предстоит процветать или прийти в упадок...» [38].

Этическая сторона использования ресурсов

Этические аспекты использования ресурсов отражают позицию тех людей, которые выступают против экономических теорий, основанных на безграничной эксплуатации природных ресурсов и бесконтрольном промышленном росте. При этом понятие ресурсов охватывает помимо полезных ископаемых, воздушного и водного пространств, неосвоенных территорий также и людские ресурсы; тесно связаны с этим понятием проблемы экологии и эстетики. Человеческая деятельность должна быть подчинена следующим требованиям [39]:

- упорядочению приоритетов;
- полному прекращению расточительства;
- значительному сокращению уровня потребления;
- рециклированию, охране и восстановлению природных запасов;
- полному учету ближайших и отдаленных последствий своих устремлений;
- экономии энергии посредством изменений в социальном и экономическом развитии и контроля над естественными богатствами, важнейшими сельскохозяйственными угодьями, открытыми пространствами и т. п.;
- защите окружающей среды и ее улучшению.

К сожалению, необходимые усилия прикладываются в противоположном направлении — в направлении увеличения прибыли, что основывается на системе свободного предпринимательства. Поэтому руководители корпораций будут сравнивать получаемые ими экономические доходы с воздействием на окружающую среду. Для того чтобы производить такие срав-

нения, необходимо выбрать соответствующие критерии. Дело это нелегкое, но требует своевременного и безотлагательного решения. Каким образом смогут лица, стремящиеся только к получению максимальной прибыли, согласовать задачи охраны окружающей среды с увеличением доходов? Смогут ли абстрактные наставления этики в области бизнеса повлиять на акционеров и удовлетворить вкладчиков, которыми движит стремление к прибыли? Парадоксально, что отношение к проблеме экономического роста как к более важной по сравнению с задачами, касающимися экологии, свойственно не только обществу с высокоразвитой индустрией, где господствует свободная конкуренция. Безудержное стремление к промышленному росту является также открыто признанной целью вполне развитых стран, в которых государство пытается привести в соответствие экономические и общественные интересы. По-видимому, принимать какие-либо решения, связанные с охраной Земли, «нам придется в условиях экспоненциально растущих бедствий и отсутствия мер, применяемых против них... Когда развитие экономики зависит от экономических и экологических запасов, жизнь возможна лишь при осуществлении охраны окружающей среды и контроля над ее загрязнением» [40]. Автор уверен в том, что читатели, которые отдают предпочтение системе свободного предпринимательства, станут утверждать, что система производства начала служить интересам общества, и будут оценивать результаты работы, исходя из их пользы, а не из величины получаемой прибыли. Этот вопрос был поднят Коммонером [41].

Потребление и охрана интересов потребителя

Понятие охраны интересов потребителя было определено как «форма защиты и расширения прав и возможностей потребителей» [42]. Оно возникло в результате «увеличивающегося разрыва между производством товара и требованиями, предъявляемыми к торговле, вследствие неоллицетворенной природы рынка и неспособности обычного рыночного механизма удовлетворить потребителя [его требования и надежды]» [42]. Нельзя считать, что вопрос охраны интересов потребителя имеет отношение только к товарам и обслуживанию. В настоящее время потребители предъявляют требования другого рода, как, например, требование того, чтобы корпорации несли ответственность перед обществом и чтобы в процессе принятия решений правительством и предпринимателями в расчет принимались бы качество жизни и вопросы, связанные с окружающей средой. Поэтому нетрудно заметить, что круг вопросов, связанных с охраной интересов потребителя, охватывает некоторую

часть области, которую мы назвали «этическими аспектами проектирования систем». Нейдер, исследуя безопасность автомобилей, делает это под лозунгом охраны интересов потребителя, но при этом ручается за то, что производители автомобилей выполняют свои моральные обязанности проектировщиков систем.

Традиционное учение о «суверенитете потребителя», согласно которому потребители рассматривались как лица, обладающие способностью защищать свои собственные интересы, подверглось сомнению. Потребители занялись данным вопросом, чтобы показать, что «управляемая изнутри рыночная система» не всегда работала в их интересах, что во многих случаях они были жертвами безответственности и пренебрежения к ним корпораций и что они не всегда располагали всей информацией, необходимой для осуществления правильного выбора [43]. Результатом этого явилось принятие законопроекта, касающегося прав потребителей, который впервые был изложен в послании президента Кеннеди конгрессу в 1962 г. В нем декларировано следующее:

1. *Право на безопасность*: гарантированность от торговли предметами, которые несут вред здоровью и жизни людей
2. *Право на информированность*: потребитель должен быть защищен от обмана, мошенничества и передачи искаженной информации при рекламировании товара и его маркировке, а также обеспечиваться сведениями, необходимыми для осуществления правильного выбора
3. *Право на выбор*: где это возможно, иметь гарантированный доступ к разнообразным изделиям и услугам по конкурентоспособным ценам, а в отраслях промышленности, которые полностью контролируются правительством, гарантировать удовлетворительное качество товаров и услуг по твердо установленным ценам.
4. *Право на защиту законом*: потребителю гарантируется, что его интересы будут в полной мере отражены при формировании государственной политики и найдут должную поддержку в административных органах [44].

Мы были свидетелями того, как начиная с 1962 г. были приняты законы, имеющие целью контроль упаковки и маркировки потребительских товаров, установление норм безопасности для автомобилей и автомобильных покрышек, предотвращение продажи игрушек, наносящих вред, предостережение людей от пристрастия к курению, усиление контроля над мясокомбинатами и птицефабриками, оказание финансовой поддержки потребителю посредством ссуд, установление условий для поддержания и распространения потребительского кредита и др.

Еще одним проявлением деятельности по охране интересов потребителя было образование Комиссии по безопасности потребительских изделий, обязанностью которой является защита потребителей от товаров, наносящих вред, а также принятие постановлений о гарантиях на потребительские изделия,

устанавливающего федеральные стандарты на гарантии товаров потребления и дающего право на некоторые юридические санкции, ввести которые предполагалось с конца 1978 г. [44].

Ответственность за выпускаемую продукцию

Нет сомнения в том, что этическая сторона систем затрагивает вопросы ответственности частных предпринимателей и руководителей государственных организаций за безопасность людей, участвующих в производстве, и потребителей. В связи с этим нам хотелось бы сослаться на ряд законодательных мероприятий, которые должны иметь важные последствия.

Законы об охране окружающей среды, которые требуют как на федеральном уровне, так и на уровне штатов подготовки отчетов о воздействии на окружающую среду с целью выявления и оценки «первичных» и «вторичных последствий» любого проекта, осуществление которого повлияет на окружающую среду

Законы о профессиональной безопасности и здравоохранении, касающиеся различных профессий. Они были приняты на федеральном уровне и уровне штатов и накладывают строгие требования на условия работы, рассматривая при этом все производственные операции в Соединенных Штатах. Положительное влияние этих законов все еще остается неясным из-за их неправильного использования и попыток отменить.

Закон о защите интересов потребителей, в результате которого была образована упомянутая выше Комиссия по безопасности потребительских изделий. Это постановление в будущем окажет большое влияние на установление стандартов для широкого круга товаров потребления

Общество, заботясь об охране интересов покупателя, возлагает ответственность за качество товара на продавца [45]. В соответствии с этим считается, что те организации, которым причинен ущерб из-за неудачно сконструированного или произведенного изделия, «должны быть освобождены от обычных накладных расходов, связанных с присущим рыночной системе риском. Считается, что потребитель не может самостоятельно справиться со сложными вопросами покупки товаров, которые включают и вопросы по их безопасности и надежности. Поэтому забота об оценке возможного повреждения и ответственность за неисправность изделий все больше ложится на производителя. Результатом этого явилось утверждение закона об ответственности за выпускаемую продукцию» [46].

Поскольку ответственность за произведенный продукт, а также начальные расходы ложатся на производителя, то указанный механизм управления может оказаться недостаточным

для того, чтобы можно было гарантировать пропорциональное распределение затрат на социальные нужды между потребителями продукта. Например, производитель не может предотвратить небрежного использования потребителями вышеупомянутых изделий. Поэтому необходимо также

- создать арбитражные коллегии, которые исправляли бы несправедливые решения суда присяжных из-за их некомпетентности в технических вопросах, смягчали чрезмерно суровые приговоры, уменьшали завышенные судебные издержки и т. п.

- создать регулирующие механизмы, аналогичные тем, которые обеспечиваются такими органами, как Комиссия по безопасности потребительских изделий (см. выше).

- образовать превентивный комитет, объединяющий производителей, желающих принять защитные меры и свое собственное соглашение, позволяющее уменьшить или свести к нулю число рекламаций на дорогостоящие изделия.

- принять закон, обеспечивающий пострадавшим некоторое возмещение понесенных ими убытков, несмотря на неправильное обращение с изделием или его повреждение [47].

В дальнейшем читателю станет ясно, что некоторые из этих требований ставят в затруднительное положение лоббистские группировки и других предпринимателей. Все признаки указывают на то, что деятельность по охране прав потребителя должна приостановиться. Предприниматели и системные проектировщики должны самым серьезным образом отнестись к положениям, которые мы называли этическими аспектами проектирования систем. Если эти положения не будут приняты во внимание, то развитие промышленности и бизнеса поставит правительственные органы управления перед необходимостью решать все более сложные задачи, связанные с проектированием систем.

«Реалист» против «идеалиста»¹⁾

Реалист — это планировщик, который к проектированию подходит практически. Для него «планирование неразрывно связано с определением того, какими средствами оно может быть достигнуто». Для реалиста план имеет значение только в том случае, когда он может быть выполнен. С точки зрения идеалиста, план не должен быть связан с его практическим применением. Для него реалистичность плана заключена в самом плане. Поэтому идеалист не стремится к тому, чтобы составление плана было связано с реальностью.

¹⁾ В основу этого раздела положена работа Churchman C. W., *Challenge to Reason*, ch. 14, © 1968. (С разрешения автора и McGraw-Hill, Inc., New York.)

Большое количество планов составляется за столом «планировщиков-идеалистов». Не обязательно, что все те проекты, которые не нашли своего применения, являются плохими. Скорее они были составлены идеалистами, которые считают, что необходимо рассматривать всю систему в целом и что план должен относиться к моменту времени, который еще не наступил, но наступит в будущем. Можем ли мы сказать, что идеалист обладает большей проницательностью, чем реалист? Реалист является «исполнителем», т. е. он стремится осуществить частные проекты и замыслы. Для него план фактически никогда не завершается. Однако мы должны принять окончательный вариант проекта и безотлагательно найти практическое применение нашим знаниям, иначе мы никогда не предпримем каких-либо действий. Для идеалиста план — это проект будущего, всегда незавершенный и не полностью готовый к применению. Нам бы хотелось предостеречь реалиста от опасности, которую в себе заключает субоптимизация, но мы уделим внимание и идеалисту, который всегда откладывает исполнение.

Реалист всегда дает относительную оценку чему-либо. То, что считается наиболее полезным сегодня, может не быть таковым завтра. Для идеалиста, напротив, понятие наибольшей полезности является абсолютным и неизменным и представляет все хорошее и все мудрое. Невозможность доказать его существование заставляет реалиста, стремящегося к деятельности, принять менее абсолютное понятие полезности, основанное на реализме существующих систем человек — машина.

Идеалист не принимает теорию, пока предпосылки, на которых она строится, не будут корректно доказаны. Ошибочные допущения могут привести к неверной теории. Для позитивистов, к числу которых мы можем причислить и реалиста, важно знать, как работает теория. Проверка правильности допущений для них является второстепенным делом. Так, для реалиста не является необходимым проверка правильности предпосылок проекта, пока проект действует и выполняет свои цели. Кроме того, реалист акцентирует свое внимание на деятельности, которая предшествует теории. Он сосредоточивает усилия на исполнении и рассматривает определение точности основополагающих допущений как роскошь, которую он не всегда может себе позволить.

Рассматривая эти различия между планировщиком-реалистом и планировщиком-идеалистом, можно провести разделение между тем, что принадлежит «техническим наукам», и тем, что принадлежит «философии». Технические науки касаются вопросов, связанных с инструментами, методами и подходами, используемыми в работе. Философия рассматривает предпосылки

и допущения, лежащие в основе теорий и деятельности. Подход реалиста к деятельности, использование им фактов, его стремление к осуществлению идей показывает, что реалист применяет более определенный подход к решению проблем, чем идеалист. Характерной особенностью идеалиста является его стремление исследовать всю систему в целом, ее составные части в связи со всей системой и на основании этого анализировать имеющиеся факты. Его отличают также способность к абстрактному мышлению, стремление получить абсолютные законы и доказывать корректность допущений, а также предвидение будущего. Он никогда не удовлетворен тем, что имеет окончательное решение. Достоинства реалиста и идеалиста хорошо охарактеризовал Чёрчмен [48]: «Мы... видим, что реалист обладает наилучшими прикладными способностями, даже если его теория неверна, идеалист же является прекрасным теоретиком и плохим прикладником». Это утверждение приводит нас к мысли, что мы должны быть одновременно и идеалистами, и реалистами. Мы должны быть реалистами для того, чтобы всегда заканчивать начатое. Однако это не освобождает нас от обязанности давать более глубокие обоснования нашим действиям, для чего необходимо исследовать не только составные части системы, но и всю систему в целом, ее задачи и цели. В частности, для того чтобы предпринять какие-либо шаги, важные для системы в целом, мы должны не просто изучить «характеристики» этой системы, а определить ее задачи на продолжительный период времени. Справедливо отметить, что план реально существует только тогда, когда он используется практически. Однако частный план, т. е. план для отдельных компонентов системы, может принести немало бед, если он не согласуется с долгосрочными планами всей системы в целом. Задачи на ближайшее время должны соответствовать задачам на долгий период времени. План на ближайшее будущее должен подготовить осуществление более отдаленных задач. Нельзя судить о целях планировщика исходя из начальных результатов. Это было бы нецелесообразно и недальновидно.

Чёрчмен проводит сравнение «незначительной работы и очень важной», что схоже с рассмотренными понятиями реалиста и идеалиста. Реалист является специалистом-прикладником, который занят осуществлением грандиозного проекта идеалиста. Последний же является «героем», стремящимся к получению «главных» (важных) решений на уровне всей системы, во что первый вносит лишь «незначительный» вклад. Мы нуждаемся в более усовершенствованной системе познания, которая ликвидировала бы несостоятельность осуществляемых нами приближений и помогла бы нам предпринять

«героические первые шаги» к претворению в жизнь системного подхода [49].

ЛИТЕРАТУРА

1. Davis L. E., The Coming Crisis for Production Management: Technology and Organization, *International Journal of Production Research*, 9, 1 (1971).
2. Churchman C. W., Introduction to E. A. Singer, Experience and Reflection, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 1959.
3. J. M. English (ed.), Concepts of System Resource Requirements, in Cost Effectiveness Economic Evaluation of Engineered Systems, Wiley, New York, 1968, ch. 5.
4. Dean J., Managerial Economics, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1951, ch. 1.
5. Churchman C. W., Prediction and Optimal Decision: Philosophical Issues of a Science of Values, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1961, ch. 3.
6. March J. G., Simon H. A., Organization, Wiley, N. Y., 1958, ch. 4.
7. Savage L. J., The Foundations of Statistics, Wiley, N. Y., 1954.
8. Lifson M. W., Value Theory, J. M. English (ed.), Cost Effectiveness: Economic Evaluation of Engineered Systems, ch. 6.
9. Von Neumann J., Morgenstern O., Theory of Games and Economic Behavior (2nd ed.), Princeton University Press, Princeton, N. J., 1947. [Имеется перевод: Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение — М.: Наука, 1970]
10. Luce R. D., Raiffa H., Games and Decisions, Wiley, N. Y., 1957. [Имеется перевод: Льюис Р. Д., Райфа Х. Игры и решения. Введение и критический обзор — М.: ИЛ, 1961]
11. A. N. Page (ed.), Utility Theory: A Book of Readings, Wiley, N. Y., 1968.
12. Schlaifer R., Probability and Statistics for Business Decisions, McGraw-Hill, N. Y., 1959.
13. Morris W. T., The Capacity Decision System, Irwin, Homewood, Ill., 1967, ch. 2.
14. Riggs J. L., Economic Decision Models for Engineers and Managers, McGraw-Hill, N. Y., 1968.
15. Stevens S. S., Handbook of Experimental Psychology, Wiley, N. Y., 1951. [Имеется перевод: Стивенс С. С. Экспериментальная психология. — М.: ИЛ, 1960.]
16. Keeney R. L., Raiffa H., Decision Analysis with Multiple Objectives, Wiley, N. Y. 1976; M. K. Starr, M. Zeleny (eds.), Multiple Criteria Decision Making, North Holland, Amsterdam, 1977.
17. Churchman C. W., Prediction and Optimal Decision: Philosophical Issues of a Science of Values, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1961, ch. 1.
18. Там же, с 63 и 19 соответственно.
19. Long M. E., Public Policy and Administration: The Goals of Rationality and Responsibility, *Public Administration Review*, 14, 1, 22—31 (Winter 1954), Hammond K. R., Adelman L., Sciences, Values and Human Judgment, *Science*, 194, 389—396 (1967).
20. Churchman C. W., On the Facility, Felicity and Morality of Measuring Social Change, in L. J. Seidler, L. L. Seidler (eds.), Social Accounting: Theory, Issues and Cases, Melville, Los Angeles, 1975, pp. 22—29. Особенно мне понравилось замечание редактора, предшествующее статье Чёрчмена: «В следующей статье обсуждается несложный, но очень важный вопрос — понятие социальной выгоды должно иметь философскую основу... любая социальная выгода должна быть признана обществом, в котором производится оценка». Полезно также обратиться к работе Ulrich W., The Design of Problem-Solving Systems, *Management Science*, 23, 10, 1099—1108 (1977), в которой описана иерархия уровней решения проблем, содержащая этическую систему, или систему оценок. Мы обращались к модели Ульриха в гл. 4 настоящей работы.

21. Laszlo E., A Systems Philosophy of Human Values, *Behavioral Science*, 18, 4, 250—259 (July 1973).
22. Rokeach M., Beliefs, Attitudes and Values, Jossey-Bass, San Francisco, 1970; Rokeach M., Parker S., Values as Social Indicators of Poverty and Race Relations in America, *Annals of the American Academy of Political and Social Science*; Political Intelligence for America's Future, 388, 99—111 (March 1970); см. также Rubinstein M. F., Patterns of Problem Solving, Prentice-Hall, New York, 1975, ch. 10.
23. Mack R. P., Myers S., Outdoor Recreation, in R. Dorfman (ed.), *Measuring Benefits of Government Investments*, Brookings Institution, Washington, D. C., 1965, p. 94.
24. Frankena N. K., Ethics, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1963.
25. Boulding K. E., Beyond Economics: Essays on Society, Religion, and Ethics, University of Michigan Press, Ann Arbor, Mich., 1968, pp. VII, 213.
26. Rein M., Social Policy Analysis as the Interpretation of Beliefs, *Journal of the American Institute of Planners*, 37, 5, 297—310 (September 1971).
27. Churchman C. W., Challenge to Reason, McGraw-Hill, New York, 1968.
28. Mohring H., Urban Highway Investments, in R. Dorfman (ed.), см. п. 23, с. 230—292.
29. Я признателен мистеру Л. У. Франку, который помог внести ясность в вопросы, относящиеся к данному случаю.
30. Kelman H. C., A Time to Speak: On Human Values and Social Research, Jossey-Bass, San Francisco, 1968, p. 13.
31. Skinner B. F., Beyond Freedom and Dignity, Knopf, New York, 1971.
32. Pohlenz M., Freedom in Greek Life and Thought: The History of an Ideal, Humanities, New York, 1966, p. 60.
33. Там же, с. 61.
34. См. п. 27, с. 112.
35. Steiner G. A., Business and Society (2nd ed.), Random House, New York, 1975, ch. 13.
36. Там же.
37. Hay R. D., Gray E. R., Gates J. E., Business and Society, South Western, Cincinnati, 1976, pp. 4—16.
38. Bank of America, The Community and the Bank, A Report on 1975 Social Policy Activities, Bank of America, San Francisco, 1976.
39. Perry D. L., Social Marketing Strategies, Conservation Issues and Analysis, Goodyear, Pacific Palisades, 1976, pp. VIII—IX, 133—139.
40. Там же, с. VIII.
41. Commoner B., The Poverty of Power, Knopf, New York, 1976, p. 258.
42. Gaedeke R. M., Consumerism and Consumer Protection, in *Encyclopedia of Professional Management*, McGraw-Hill, New York, 1978.
43. Magnuson S. W., Consumerism and the Emerging Goals of a New Society, in R. M. Gaedeke, W. W. Etcheson (eds.), *Consumerism: Viewpoints from Business, Government and the Public Interest*, Canfield Press, San Francisco, 1972, pp. 3, 4.
44. См. п. 42, Appendix I: Significant Consumer Protection Legislation 1972—1976.
45. См. п. 43, с. 3.
46. Nelson S. S., Toner M., The Products Liability Domain: The Shift from «Buyer Beware» to «Seller Beware». Статья написана для Research Methodology Course, B. A. 210, School of Business and Public Administration, California State University, Sacramento, Summer 1976.
47. Там же, Conclusions and Recommendations, с. 38—42.
48. См. п. 27, с. 197.
49. Churchman C. W., The Niggling and the Grand: An Assessment of World Modeling, C. W. Churchman and R. O. Mason (eds.), *World Modeling: A Dialogue*, Elsevier, New York, 1976, pp. 159—163.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ

Введение

На стадии оценки в системной парадигме одной из основных процедур является измерение. Поэтому данному вопросу мы уделим большое внимание.

Поскольку выбор того или иного проекта должен производиться на некоторой рациональной основе, необходимо измерить «границы», в пределах которых различные проекты удовлетворяют нашим нуждам. Поэтому мы должны оценить и сравнить свойства и характеристики всех возможных проектов.

В начале настоящего раздела мы остановимся на некоторых понятиях и определениях и отметим трудности, возникающие при обсуждении явлений и событий, когда нет ясного понимания предмета обсуждения. Далее мы приводим существовавшие ранее понятия измерения и показываем, в каких случаях мы называем свойства «качественно подобными», а в каких — «количественно подобными». Затем приводятся четыре шкалы измерений и описываются шаги, посредством которых мы переходим от качественных наблюдений к количественным утверждениям. Измерение должно предшествовать объяснениям и утверждениям. Посредством измерения мы должны получать как описательные характеристики событий, так и информацию к действию.

В следующей главе рассказывается о трудностях, возникающих при измерении в общественных науках и смежных с ними областях. Подобные трудности можно проследить, поняв различия между общественными и естественными науками. Путь преодоления этих трудностей лежит в приспособлении методов измерений к области общественных наук с учетом специфических требований последних.

Понятия и определения

Для того чтобы упорядочить наши знания и передать их другим людям, мы выражаем наши мысли с помощью понятий. Понятия необходимо связать с другими понятиями, Поэтому,

для того чтобы описать смысл (или основу) идеи, строится концептуальная система. Понятие должно быть определено для того, чтобы в любой момент времени донести один и тот же смысл до каждого, кто им пользуется. Понятия, связанные с общественными науками, труднее поддаются определению, чем понятия, относящиеся к естественным наукам. Чтобы показать это, попытаемся определить понятие работы. В динамике, одном из разделов физики, работу называют также энергией. Она определяется как произведение силы на расстояние, пройденное точкой приложения в направлении этой силы, т. е.

$$W = F \cdot d.$$

Поэтому для определения понятия работы используются два понятия — сила и расстояние, которые в свою очередь требуют предварительного определения. Расстояние, или длину, называют «основным элементом», который определяется в единицах всеобщего стандарта. Единицей длины в соответствии с упомянутым стандартом является расстояние между двумя отметками на образцовой платино-иридиевой планке, хранимой в Бюро стандартов в Вашингтоне. В последние годы развитие технологии позволило ввести новый стандарт, связанный с длиной волны монохроматического света лучей лазера. Подробно здесь останавливаться на этом вопросе мы не будем. Сила называется «производным элементом» — произведением массы (основного элемента) на ускорение, которое само является функцией двух основных элементов (длины и времени). Таким образом, нетрудно заметить, что понятие работы в физике основано на концептуальной конструкции, обеспечивающей согласование размерностей и стандартизацию.

Понятие работы широко используется и в общественных науках. Оно находит применение в экономике, производстве, социологии, а также в связанных с ними дисциплинах. В этих областях знания определение работы связано с определением досуга. Работа определяется как «трудовая деятельность», систематически планируемая для достижения цели», а досуг как «деятельность добровольная, доставляющая удовольствие и не связанная с выполнением каких-либо требований». Таким образом, работа и досуг представлены как две крайности среди видов деятельности человека [1]. В соответствии с таким разделением покос травы на газоне является работой для садовника, который зарабатывает ею себе на жизнь, и досугом для остальных людей. Однако для сельского жителя покос травы может быть деятельностью, вызванной требованиями, предъявляемыми к нему семьей или общиной. Таким образом, «свободное от работы время» следует разделить на чистый досуг и другие виды деятельности, которые не являются ни работой, ни чистым

досугом. Они возникают вследствие «единодушно поддерживаемых требований членов семьи, гражданской общины и других организаций, в которых мы принимаем участие. В нашей жизни, где большая часть времени подчинена работе, лишь немногие виды деятельности можно рассматривать как чистый досуг. Однако тенденция развития общества сейчас такова, что чистому досугу будет уделяться все возрастающая часть времени» [2].

Значение понятия работы может измениться, если учитывать отношение работающих к собственной деятельности. В этом случае работу можно рассматривать как временную работу, службу, занятие, карьеру, призвание или даже миссионерскую деятельность [3] (табл. 8.1). Определение работы здесь

Таблица 8.1

Различный смысл, вкладываемый в понятие работы, в зависимости от роли, которую она играет в жизни человека [3]

Отношение к работе	Понятие работы
Временная работа	Получение заработка непродолжительное время
Служба	Получение заработка продолжительное время — одно из основных назначений работы (работа ради жизни)
Занятия	Тренировка и совершенное овладение мастерством, приносящие удовлетворение, стремление к достижению поставленной цели
Карьера	Участие в осуществлении важной программы; стремление к выполнению намеченной работы и достижению поставленной цели, стремление к успеху
Призвание	Самостоятельное изучение вопроса и осуществление намеченной программы
Миссионерская деятельность	Фанатичное стремление к осуществлению поставленных целей (жизнь ради работы)

Публикуется с разрешения The Macmillan Company, New York.

вытекает из той роли, которую она играет в жизни человека.

Уже при определении понятия работы возникает проблема измерения, а именно: какую из стандартных процедур следует использовать для количественного определения, или нахождения численной характеристики, интересующего нас вида деятельности? Как следует измерять работу: на основании заработанных денег, израсходованных сил или произведенной

продукции? Если на основании израсходованных сил, то какая нагрузка при этом принимается во внимание — физическая или умственная? Как поступать с теми видами деятельности, которые непосредственно не отражаются на величине валовой продукции? Может быть, такую деятельность вообще не следует рассматривать как работу? Должна ли она измеряться на основании заработанных за нее денег ввиду того, что общество по-разному оценивает достоинства занятий? Является ли работа выдающегося артиста или футболиста более важной по сравнению с работой сторожа? А если в качестве подходящей меры работы мы выбираем произведенную продукцию, то следует ли при определении результата работы во всех видах коммерческой деятельности и производства использовать величину прибыли, полученной от сбыта этой продукции? Аналогичные проблемы возникают при попытке определить такие понятия, как «производительность», и дать им количественные характеристики. Производительность — понятие, тесно связанное с понятием работы, дает представление о величине продукции, произведенной для потребления. Понятие производительности различным образом определялось исходя из величины произведенной продукции на единицу затраченных ресурсов. Как показано множеством исследований по данному вопросу, измерение производительности связано с серьезными трудностями из-за происходящих изменений в ценах, ассортименте товаров, планировании и производстве. (Эта тема развивается в гл. 10.)

Читателю предлагается дать свое собственное определение работы, производительности и другим подобным понятиям, а также ответить на следующие вопросы:

1. Достаточно ли недвусмысленности определения для того, чтобы два человека поняли его одинаково без дополнительных пояснений?

2. Содержит ли определение некоторого объекта процедуру, с помощью которой соответствующий объект может быть измерен?

3. Определяет ли эта процедура стандартные условия, при выполнении которых измерение может быть произведено? Легко или трудно повторять эти процедуры?

4. Являются ли методы измерений таковыми, что все лица, которые с их помощью будут производить измерения, получают один и тот же результат?

5. Помогут ли измерения лицам, принимающим решения, получить ясное представление о событиях и осуществить правильный выбор решения?

6. Способствуют ли измерения установлению причинной связи между измеряемыми объектами?

Если на большую часть поставленных вопросов нельзя дать

положительного ответа, то возникает сомнение в полезности результатов измерений.

Как было отмечено, при определении какого-либо понятия мы сталкиваемся с проблемой измерения. При этом важную роль играют «процедурные определения», которые содержат описание того, как может быть измерен определяемый объект. Процедурным определением работы является, например, количество британских единиц тепла¹⁾, расходуемое человеком на перемещение груза весом 50 фунтов на расстояние 10 футов. Хотя это определение, рассматриваемое в качестве характеристики человека и переносимого им груза, недостаточно четкое, оно, однако, сообщает нам о том, что работа будет измерена числом британских единиц тепла и что для измерения существует подходящий инструмент.

Измерения не всегда должны производиться непосредственно: измерять объекты можно и косвенным путем, т. е. путем измерения других объектов [4]. Температуру, например, определяют по ее воздействию на ртутный столбик. Работу также можно измерять косвенно, рассматривая произведенную продукцию как результат израсходованных сил. Таким образом, у нас имеется более практичное определение работы — ее выражение в единицах продукции, произведенной за час. Хотя это определение может быть использовано только для некоторых видов продукции, оно по крайней мере позволяет сравнивать работу, произведенную в разные дни, если речь идет об одной и той же продукции, а условия труда не изменяются.

Что такое измерение?

Измерение количественных и качественных свойств

Проследивая развитие теории измерений небезынтересно вспомнить некоторые работы Кэмпбела, написанные еще в 1910 г., и обратить внимание на эволюцию понятия измерения. Это поможет читателю понять, что в данной области имеется еще много неиспользованных возможностей. Понятие измерения было известно в далекой древности, где система товарообмена основывалась на неявной шкале значений. Когда философы сталкивались с проблемой оценки качеств измерения, они нередко ссылались на некий абсолют (образец), который по определению воплощает в себе наибольшую красоту, наивысшую точность и наибольшую силу. Понятие вероятности показало полную несостоятельность понятия абсолюта, и вскоре мы

¹⁾ Британская единица тепла (British Thermal Unit) равна 0,252 ккал.—
Прим перев.

вернулись к искусственным, т. е. придуманным человеком, стандартам. Кэмпбел предвосхитил развитие современной теории измерений, о чем свидетельствуют приводимые здесь выдержки из его работы ¹⁾.

Что такое измерение?

«Измерение — это представление свойств посредством номеров [и чисел]» [5].

Различие между номерами и числами

«Номер является материальным или квазиматериальным символом». Номера обладают свойством упорядоченности только благодаря произвольному предписанию или простой договоренности. К номерам неприменимы правила сложения и вычитания. Число же является «математическим понятием». Числа обладают свойством упорядоченности «благодаря реальным свойствам упорядоченных объектов». В отличие от номеров к числам применимы законы сложения и вычитания [6].

Условия упорядоченности

Номера так же, как и числа, упорядочены: первые — произвольные образом, вторые — «на основании двух отношений, существующих между упорядоченными объектами, — отношений, специальное название которых «транзитивность и антисимметричность».

Транзитивность: «Если A находится в некотором отношении к B , а B к C , то A находится в том же отношении к C ».

Симметричность «Если A находится в некотором отношении к B , то B находится в том же отношении к A ».

Антисимметричность: «Если A больше B , то B меньше A ».

«Множество термов образует ряд и обладает свойством упорядоченности, если между ними существует отношение, удовлетворяющее свойствам транзитивности и антисимметричности... Условия существования такого отношения достаточно для установления точного порядка и размещения термов в ряд» [7]. Отношение порядка применимо к свойству твердости. «Что касается твердости, то все тела, к которым применимо это понятие, связаны между собой транзитивным и антисимметричным отношением „тверже, чем“ или обратным отношением

¹⁾ В последующих разделах использована работа Campbell N. R., *Foundations of Science The Philosophy of Theory and Experiment (formerly Physics: The Elements)*, © 1910. (С разрешения Cambridge University Press, N. Y., Dover Publication Edition, 1957, pp. 267—288.)

„мягче, чем“; каждое тело, твердость которого мы хотим определить, либо тверже любого другого тела того же класса, либо мягче него ... Отношение „тверже, чем“ является транзитивным и антисимметричным... Оно транзитивно потому, что если A оставляет царапину на B , а B — на C , то A оставляет царапину на C . Оно антисимметрично потому, что если A оставляет царапину на B , то B не оставляет царапину на A » [8].

Правило сложения

«Сложение — это процедура, выполняемая, как правило, над числами» и над величинами, характеризующими свойства тел, например вес. Веса обладают свойством аддитивности. Если тело весом 1 соединить с другим телом того же веса, то образуется тело, вес которого равен сумме весов двух тел, т. е. 2. «Можно построить приемлемую процедуру сложения весов, но не удельных весов». Удельный вес не обладает свойством аддитивности:

Мы не можем построить такой процесс соединения двух тел с равным удельным весом, посредством которого было бы образовано тело с удельным весом, большим, чем удельный вес каждого из этих двух тел. При соединении двух тел с равным удельным весом, мы получаем тело с тем же самым удельным весом. Если мы попытаемся применить сложение для удельных весов, то придем к выводу... что... правило сложения неверно [9].

Различие между количеством и качеством

«Различие между весом и удельным весом имеет непосредственное отношение к данному вопросу... Различие между этими двумя характеристиками связано с различием между количеством вещества и его свойствами, или качеством. Мы считаем, что количество вещества в теле есть нечто такое, что увеличивается при объединении двух тел, в то время как свойством (качеством) вещества являются такие признаки, которые посредством объединения двух одинаковых тел вообще не меняются... Поэтому... свойства вещества... которые удовлетворяют... закону сложения, являются количественной характеристикой... в то время как свойства, для которых закон сложения неверен, есть качественная характеристика вещества» [10].

Качественные свойства

Цвет является качественной характеристикой, но не количественной, поскольку: а) «нельзя подобрать транзитивное и антисимметричное отношения, которые выражали бы различия в цвете»; б) «для цветов не существует естественной упорядоченности, которая дала бы нам возможность присвоить им номера,

если не считать произвольной договоренности... Произвольной потому, что она не следует из эксперимента... Порядковый номер, соответствующий той или иной степени твердости, несет в себе определенные экспериментальные факты, чего нельзя сказать про порядковый номер цвета. Именно поэтому мы считаем, что твердость есть подлежащее измерению свойство в том смысле, в котором свойство цвета не является измеримым» [11].

Произвольность и возможность измерения

Кэмпбел предвосхищает понятие «силы шкалы». Он замечает, что тела могут обладать свойствами, к которым применимы шкалы измерения, обладающие различной степенью «произвольности» (степенью свободы) и различной «возможностью» (силой): «Число, вес и удельный вес ... не просто можно измерить, а это действие в данном случае имеет более глубокий смысл, чем измерение твердости ...» Различие между числовыми величинами, представляющими различную твердость, «является произвольным ... оно не характеризует физического различия... Различие в весе и удельном весе является более важным. Оно соответствует соотношениям, полученным экспериментальным путем на основе свойств тел» [12].

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Существует два вида свойств: количественные и качественные.
2. Измерение применимо к обоим видам, но, вообще говоря, количественные свойства допускают измерение «более высокого уровня», чем качественные.
3. «Уровень» измерения свойства зависит от характеристик последнего — транзитивности, симметричности, аддитивности и т. п., что определяет шкалу измерений, которая может быть использована [13].

Шкалы измерений

Термин «шкала измерений» является очень важным для понимания теории измерений и нахождения той области, в пределах которой могут быть количественно определены различные характеристики. По мнению Стивенса, которого называют «отцом современной теории измерений», существуют четыре различные шкалы измерений [14]: 1) наименований, 2) порядковая, 3) интервальная и 4) отношений.

Простейшей процедурой измерений является классификация (установление шкалы наименований) Затем классы располагаются в зависимости от их порядкового номера, где номера служат не только для указания классов, а имеют более важное значение Для использования порядковой шкалы не тре-

буется равенства, или регулярности, размера классов и существования абсолютного нуля. Условием применения интервальной шкалы является регулярность классов интервалов. Шкала отношений используется тогда, когда существует начало координат, которое выбирается произвольным образом [14].

Простая классификация, связанная со шкалой наименований, представляет собой обозначение классов с помощью имен или номеров для опознавания этих классов. Некоторые высказывают критические замечания по данному поводу, считая, что подобная процедура не является измерением. Однако следует согласиться с тем, что, несмотря на незавершенность этой процедуры, она представляет собой первый шаг в иерархии процедур измерений. Например, в процессе вычислений схема расчета является шкалой наименований [15]. Нумерация гоночных машин, участвующих в ралли, является методом идентификации, при котором используется шкала наименований.

Шкала наименований предназначена для установления эквивалентности между элементами и присвоенными им номерами:

$$x = z \text{ или } x \neq z,$$

где x и z являются номерами, а не числами. Вспомним упомянутое ранее различие между номерами и числами, где упорядоченность первых следует только из «предписания или простой договоренности», а упорядоченность последних — «из реальных свойств упорядоченных объектов». Только допустимое преобразование, выполнить которое позволяет шкала наименований, является однозначной заменой номеров, где под понятием *допустимого преобразования* понимают преобразование, посредством которого возможна модификация процесса измерения без изменения результатов измерений [16]. В шкале наименований преобразование имеет вид $y = x$ (табл. 8.2).

Порядковая шкала служит для построения упорядоченного класса, или установления соотношения неравенства между числами или элементами, которым приписаны эти числа:

$$X < Z \text{ или } X > Z,$$

где X и Z — числа.

Порядковая шкала позволяет использовать допустимое преобразование типа $Y = f(X)$, где $f(X)$ — монотонно возрастающая функция. Стивенс приводит в качестве примеров использования порядковой шкалы номера улиц, твердость минералов, качество продукции, например кожи или пиломатериалов, оценку умственных способностей путем тестирования. Следует отметить, что в классической теории полезности нельзя было применять порядковую шкалу измерений, поскольку «единица полезности» была недостаточно определенной единицей измерения и могла быть использована только для того, чтобы давать

Шкалы измерений

Шкала	Действие	Математическое соотношение ¹⁾	Допустимое преобразование	Типичные примеры
Наименований	Установление равенства, или эквивалентности, номеров	$x = z$ $x \neq z$	Замена типа $y = z$	Присвоение номеров для опознавания; классификация и таксономия
Порядковая	Построение упорядоченного класса или установление соотношений неравенства между числами	$X < Z$ $X > Z$	$Y = f(X)$, где $f(X)$ — монотонно возрастающая функция	Определение качества материалов, установление соотношения предпочтения
Интервальная	Установление равенства интервалов	$(X - V) = (W - Z)$ $(X - V) \neq (W - Z)$	$Y = a + cX$ (две степени свободы)	Температурные шкалы Цельсия и Фаренгейта
Отношений	Установление равенства отношений	$(X/V) = (W/Z)$ $(X/V) \neq (W/Z)$	$Y = bX$ (одна степень свободы; существует абсолютный нуль)	Числа, длина, вес; градусы Кельвина

¹⁾ Отметим, что строчные буквы означают номера, а прописные — числа.

индивидуальную оценку. Нейман и Моргенштерн переопределили понятие ожидаемой полезности в рамках аксиоматически определенной структуры, которая позволяет производить измерение полезности и в определенном отношении сравнивать между собой различных людей. Их теория повысила интерес к проблеме возможности получения интервальной шкалы полезности [17].

Назначением *интервальной шкалы* является установление равенства числовых интервалов:

$$(X - V) = (W - Z) \text{ или } (X - V) \neq (W - Z).$$

В этой шкале измерения могут быть подвергнуты линейному преобразованию типа $Y = a + cX$, причем результат измерений при этом не изменяется. Как будет показано ниже, измерение температуры по Цельсию или Фаренгейту является примером использования интервальной шкалы. Определяются точки заморзания и кипения при обычных условиях. В каждой шкале интервалы между этими точками равны.

С помощью *шкалы отношений* устанавливают равенство числовых отношений.

$$(X/V) = (W/Z) \text{ или } (X/V) \neq (W/Z).$$

Единственным допустимым преобразованием в этой шкале является преобразование вида $Y = bX$. В работе [18] приведен пример сопоставления двух или более финансовых шкал, иллюстрирующий применение шкалы отношений. Все «преобразования» пересекаются в нуле (существует абсолютный нуль). Определение длин, временных интервалов, температуры по шкале Кельвина также имеет отношение к измерениям с помощью шкал, подобных шкале отношений.

Можно также представить себе логарифмическую интервальную шкалу, определенную с помощью «сильного» преобразования, но данный вопрос здесь обсуждать мы не будем.

Более глубокое представление о различиях между интервальной шкалой и шкалой отношений и особенно о значении понятия допустимого преобразования можно получить из следующей выдержки ¹⁾:

Вес одинаково хорошо может быть вычислен в фунтах и килограммах. Мы знаем, что конечный результат исследования системы объектов не должен зависеть от выбора единиц измерения. Это означает, что при установлении шкалы отношений (требуемой для обозначения веса) лицо, производящее измерение, в одном отношении обладает свободой действий, а именно в отношении выбора единицы измерения. Как только этот выбор произведен (будь то фунты, килограммы или стоны), вся шкала становится определенной. Если X — вес, выраженный в некоторых единицах измерения, то $Y = bX$ означает

¹⁾ Miller D. M., Starr M. K., Executive Decisions and Operations Research (2nd ed.), © 1969, pp. 88—89. (С разрешения Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs)

вес, выраженный в единицах другой шкалы, где b единиц измерения второго типа соответствуют одной единице измерения первого типа.

С другой стороны, рассмотрим два наиболее известных способа измерения температуры: по шкале Фаренгейта и столбчатой шкале Цельсия. Общеизвестный способ перехода от температуры по Фаренгейту к соответствующей величине по шкале Цельсия — использование уравнения $^{\circ}\text{C} = -160/9 + 5^{\circ}\text{F}/9$, где $^{\circ}\text{F}$ и $^{\circ}\text{C}$ — температура по соответствующей шкале. Некоторым это уравнение лучше известно в следующей формулировке: вычесть 32 из величины температуры по Фаренгейту, затем умножить результат на $5/9$. Важно отметить, что для выполнения данной процедуры использовалось более чем одно число. Для того чтобы перевести сантиметры в дюймы, необходимо использовать только одно число 2,54. Лишь одно число требуется и для перевода фунтов в килограммы. В рассмотренном же примере необходимы два числа: первое, которое вычитают и равное 32, второе, на которое умножают, равное $5/9$. Алгебраически это выражается следующим образом: если X является результатом измерений в одной интервальной шкале, то $Y = a + cX$ есть результат измерений в другой интервальной шкале, которая определяется конкретными значениями коэффициентов a и c .

Поясним различие между шкалой отношений и интервальной шкалой. Шкала отношений обладает одной степенью свободы, а интервальная шкала — двумя. Для шкалы отношений степень свободы соответствует числу b в выражении $Y = bX$. Две степени свободы интервальной шкалы соответствуют величинам a и c в выражении $Y = a + cX$ (См. табл. 8.2.)

Шкала отношений имеет естественный нуль. Вот почему лицо, производящее измерение, может осуществлять выбор только единицы измерения. Поскольку интервальная шкала не имеет естественного нуля, то лицо, производящее измерение, должно выбрать как нулевую точку, так и единицу измерения. Но что такое «естественный нуль»? Естественный нуль существует в том случае, когда можно дать положительный ответ на следующий вопрос: есть ли реальный смысл в величине, результат количественного измерения которой равен нулю? Понятие «не имеющий веса» (или нулевой вес), например, допускает естественную интерпретацию, чего нельзя сказать о нулевой температуре по Фаренгейту или Цельсию...

Температурная шкала Кельвина имеет естественный нуль. Он называется абсолютным нулем и равен $-273,18^{\circ}\text{C}$, или $-459,72^{\circ}\text{F}$. Это следует как из теоретических, так и из экспериментальных физических результатов, указывающих на существование нижнего предела допустимого изменения температуры, т. е. абсолютного нуля.

Непараметрические и параметрические статистические критерии

Нередко при проведении измерений в качестве обязательного условия требуется, чтобы к каждой шкале был применим подходящий статистический тест.

Непараметрические критерии допускают выполнение самых слабых предположений и могут быть применены к измерениям, производимым в любой шкале. С другой стороны, для того чтобы параметрические критерии были приемлемыми, наблюдения «должны быть независимыми... они должны получаться из нормально распределенных совокупностей» и «их распределения должны иметь одинаковую дисперсию» [19]. Выполнение подобных условий требуется только при измерении, используя

щем интервальные шкалы и шкалы отношений. Поэтому параметрические критерии могут быть применены только к наблюдениям, которые допускают использование шкал этих двух видов.

Важно отметить, что при переходе от шкалы наименований к шкале отношений предположения, которым должны удовлетворять наблюдения, становятся более жесткими. Точно так же при переходе от непараметрического критерия к параметрическому возможности критерия становятся максимальными. Поэтому, подводя итог сказанному, отметим, что «сила шкалы» связана со следующими факторами:

1. С условиями, которым должны удовлетворять наблюдения. Эти условия касаются распределения совокупностей, на которых делаются наблюдения.

2. С типом действий, выполнение которых позволяют эти наблюдения.

3. С допустимым преобразованием, которое не изменяет результата измерений.

Критерий типа χ^2 и связанные с ним критерии могут быть применены только к тем величинам, которые удовлетворяют условиям, наложенным на шкалу наименований. Подобным образом измерения порядковых характеристик могут быть проверены только с помощью критериев типа χ^2 и корреляционных методов, таких, как критерии Спирмена и Кендэла. Наконец, параметрические критерии, такие, как t - и F -критерии, могут быть использованы только для наблюдений, удовлетворяющих условиям, наложенным на измерения, выполняемые с помощью интервальной шкалы и шкалы отношений. Заметим, что «сила шкалы» является кумулятивной характеристикой. Теоретически непараметрические критерии могут быть применены к измерениям, производимым во всех шкалах, в то время как параметрические критерии нельзя использовать для наблюдений, производимых с помощью самых слабых шкал.

В табл. 8.2 приведены действия, выполняемые с помощью каждой из четырех шкал, а также соответствующие математические соотношения, допустимые преобразования и типичные примеры. В дальнейшем мы увидим, что измерение включает в себя нечто большее, чем простое использование шкал измерений.

Измерение как иерархия моделей

Научный метод

Со времен Декарта и формирования рационализма как философского учения многие научные открытия обязаны разработкам в области методологии научных исследований. Приве-

дем одну из таких разработок, в которой процесс научного исследования состоит из следующих шагов:

1. Определяется явление (событие), которое должно быть исследовано.

2. Производятся наблюдения.

3. На основе теории, с помощью которой мы пытаемся описать взаимосвязь между исследуемыми переменными, выдвигается гипотеза.

4. Ставится эксперимент с целью проверить гипотезу и установить истинность исходной теории.

5. Проводятся измерения.

6. Результаты эксперимента устанавливают истинность или ложность теории:

- а) если гипотеза принимается, то теория признается как правильно объясняющая наблюдаемое явление. При помощи положений этой теории делают обобщения, формулируют законы, а также определяют прогнозы на будущее;

- б) если гипотеза отвергается, то должны быть сформулированы новая теория и новая гипотеза. Производится последующая итерация цикла гипотеза — эксперимент — проверка.

Иерархия моделей

Процесс измерения входит в «иерархию моделей»¹⁾, посредством которой объясняются и предсказываются события и явления. Эта иерархия, или же последовательность моделей, позволяет осуществить переход «от качественных наблюдений к количественным утверждениям», касающимся событий, объектов и явлений [20]. В свою очередь, с помощью количественных утверждений строятся доказательства, делаются обобщения и прогнозы, на основе которых осуществляется выбор того или иного решения.

Процесс

Результат наблюдений дает концептуальную основу для описания процесса. Она базируется на выборе подходящих понятий и определений, которые передавали бы нам сущность изучаемого процесса и гарантировали бы недвусмысленность

¹⁾ Используемые концепции заимствованы из следующих работ: Suppes P., What Is a Scientific Theory?, in Philosophy of Science Today, Morgenbesser S. (ed.), © 1967, pp 55—67 (С разрешения автора и Basic Books, Inc., Publishers, N Y), Cohen M. R., Nagel E., An Introduction to Logic and Scientific Method, ch «Measurement», © 1934, pp 289—301 (С разрешения Harcourt Brace Jovanovich, Inc., N Y) Более подробное описание происхождения понятия иерархии и теории моделей можно найти в работах [20, 21].

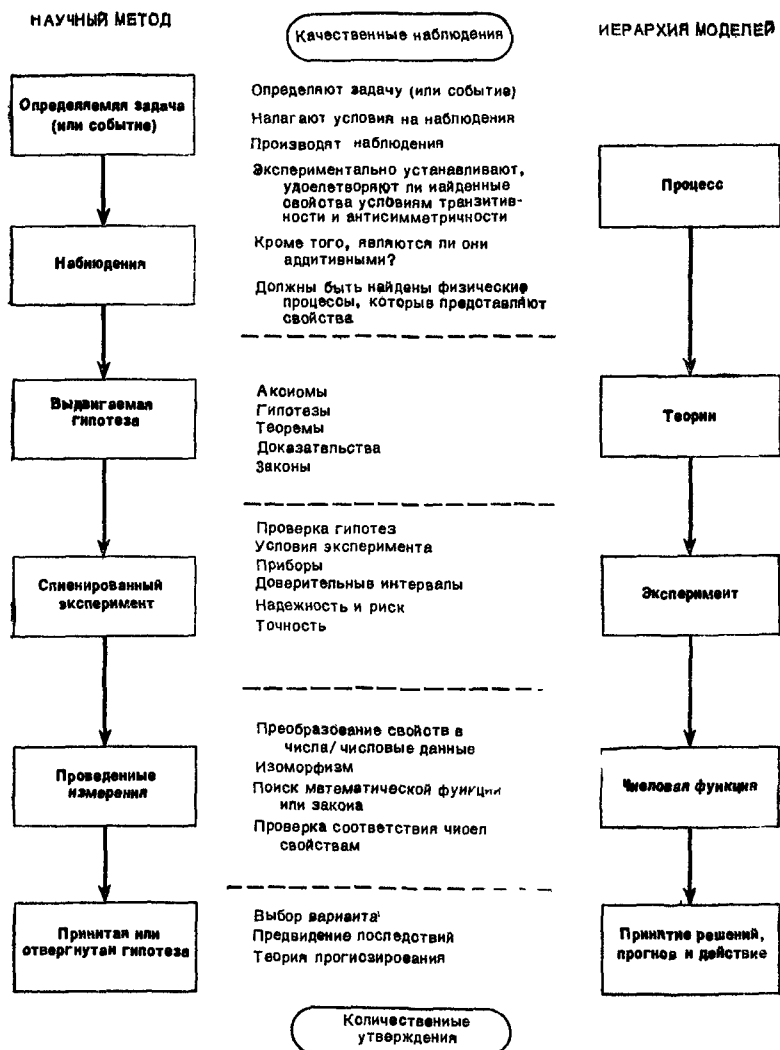


Рис. 8.1. Иерархия моделей, используемых в процессе измерения. Материал заимствован из работ: Suppes P., What is a Scientific Method?, S. Morgenbesser (ed.), Philosophy of Science Today, © 1967, pp. 55—67. (С разрешения автора и Basic Books, Inc., Publishers, N. Y.); Cohen M. R., Nagel E., An Introduction to Logic and Scientific Method, © 1934, pp. 289—301. (С разрешения Harcourt Brace Jovanovich, Inc., N. Y.)

при описании исследуемых событий. Описание процесса должно затрагивать методы, которые были использованы (или должны быть использованы) для исследования событий, свойств и явлений. Модель процесса не является полностью построенной, если строго не определены стандартные условия, при выполнении которых должны проводиться наблюдения. Если эти условия не удовлетворяются, то измерение окажется неверным (рис. 8 1).

Теория

Для того чтобы наблюдаемым явлениям дать убедительные объяснения, необходимо развивать теорию, изучающую взаимосвязь между исследуемыми факторами и переменными. Теория является моделью, описывающей предполагаемую взаимосвязь исследуемых факторов. Для того чтобы определить тип шкалы, которая может быть использована, с помощью модели устанавливается, удовлетворяют ли исследуемые свойства условиям транзитивности, антисимметричности и аддитивности. Например, очевидно, что на начальных стадиях процедуры, когда модель может включать в себя распределение понятий по различным категориям в соответствии с их ролью, следует использовать шкалу измерений первого типа, т. е. шкалу наименований. Некоторые типы классификаций являются простыми и не требуют глубокого анализа. Подобный случай имеет место, например, при распределении школьников по классам в зависимости от их возраста. Как только возраст школьников будет установлен, их без труда можно разбить на группы. Однако подобное распределение можно производить и с учетом более сложных факторов, например распределять школьников по классам, исходя из их возраста и предполагаемых способностей. Такая процедура классификации является более сложной, и в первоначальную модель следует ввести дополнительные элементы. Построенная таким образом модель должна исследовать те факторы, которые помогли бы нам предсказать будущие успехи школьника.

Естественно ожидать, что если модифицировать эту модель и ввести в нее новые переменные и новые отношения, то проверка гипотез будет включать в себя более высокий уровень измерений с использованием интервальной шкалы и шкалы отношений. Подобное положение дел имеет место не всегда. Однако очевидно, что более высокому уровню измерений должен соответствовать более высокий уровень иерархии шкал. Естественно ожидать, что и для исследования более сложных моделей требуется более высокий «уровень измерений» и увеличение «силы шкалы» [22].

Эксперимент

Для того чтобы установить, верно ли отражает модель взаимосвязь исследуемых факторов, постулируется и проверяется гипотеза. Проверка гипотезы содержит измерение переменных величин модели. В простейшей модели, где распределение школьников производилось лишь с учетом их возраста, использовалась только шкала наименований. Когда модель становится более сложной, может потребоваться шкала, отличная от шкалы наименований. Если мы постулируем, что способности школьника связаны, например, с его возрастом, социальным происхождением и экономическим положением, то необходимо установить соотношения между этими факторами, т. е. выяснить причинную связь между ними. Такие характеристики, как социальное происхождение и экономическое положение, могут быть определены на основе среднего заработка семьи, этнической принадлежности ребенка, рода деятельности его отца и т. п. Кроме того, необходимо выдвинуть и проверить подходящую гипотезу, описывающую форму взаимоотношения перечисленных выше факторов. Обычно проверка содержит измерение. Если гипотеза остается в силе, то опытным путем может быть принята модель, описывающая взаимосвязь между факторами, воздействующими на способности школьника, и демонстрирующая, как эти факторы влияют на выход системы. В общественных науках одной из основных трудностей является проведение эксперимента, с помощью которого может быть проверена гипотеза, и нам бы хотелось, чтобы этот этап всегда удавалось осуществить. Модель эксперимента должна описывать процессы, методы, приборы (если они имеются), степень достоверности (или степень риска) и степень точности, на которые можно рассчитывать при проверке исследуемых свойств и их количественном определении.

Числовая функция

Если гипотеза принимается, то желательно было бы найти математическую функцию (называемую также числовой функцией или моделью числовых данных), посредством которой исследуемые события представляются числами или числовыми данными. Иными словами, мы хотим иметь такие величины, между которыми существуют те же соотношения, что и между свойствами, числовую характеристику которых выражают эти величины. Это согласуется с концепцией измерения Коуза:

Важной функцией измерения является упорядочение класса событий с учетом проявляемого ими характерного свойства, что позволяет получить упорядоченный класс элементов, который может быть взаимно-однозначным

образом поставлен в соответствие изучаемым событиям... Измерение соединяет две области теоретического знания — математическую и концептуальную, что делает практически полезной первую из них и придает четкость второй... Измерение, таким образом, в определенном смысле позволяет находить математические характеристики определяемых объектов и дает нам возможность использовать наши знания об организационной структуре в данной области для классификации в другой области [23].

Следует отметить, что Коуз ссылаясь на теорию измерений в физике. Вопрос о том, всегда ли положение, полученное в одной области, применимо к другой, остается открытым. Требование, согласно которому единица измерения должна обладать теми же свойствами, что и измеряемые объекты, возможно, должно быть несколько ослаблено в том случае, когда мы изучаем экономические или социальные характеристики. В работе [24] исследовались «экономические характеристики (такие, как покупательная способность и полезность), для которых существуют стандартные денежные единицы измерения и которые поддаются учету». Ослабить можно и требование, согласно которому «эталонные единицы, такие, как дюйм, фут, грамм и фунт, должны обладать свойствами измеряемого объекта». Пытаясь определить, выполняет ли бухгалтерский учет функцию измерения, автор работы [24] выясняет, являются ли удовлетворительными применяемые «приборы измерения». Для измерения веса мы пользуемся прибором, называемым весами. «Если не считать самого человека, то мы не знаем прибора [такого, как весы], который смог бы определить, удовлетворяют ли методы бухгалтерского учета... экономических характеристик» правилам измерения [24]. Другими словами, в таких случаях наилучшим, хотя и ненадежным, измерителем является человек.

Принятие решений, прогноз и выбор направления действий

Принятие решений всегда должно быть результатом выбора из различных вариантов. Выбор должен производиться при полном понимании причинных связей и взаимодействий между факторами, влияющими на наше решение. Лица, принимающие решения, должны предвидеть последствия своих действий и определять вмененные издержки, связанные с принятыми ими решениями.

На рис. 8.2 изображена блок-схема алгоритма тестирования и утверждения стратегии принятия решений. На ней показано, что выбор решений производится после того, как будет установлена предположительная причинная связь между исследуемыми объектами. Предполагая, что связь именно такая, можно исследовать результаты принятого решения. Если они не согласуются с ожидаемыми результатами, то причиной этому может быть ошибочность модели или теории, на которых основан выбор принятого решения. Возможен и такой случай, когда ис-

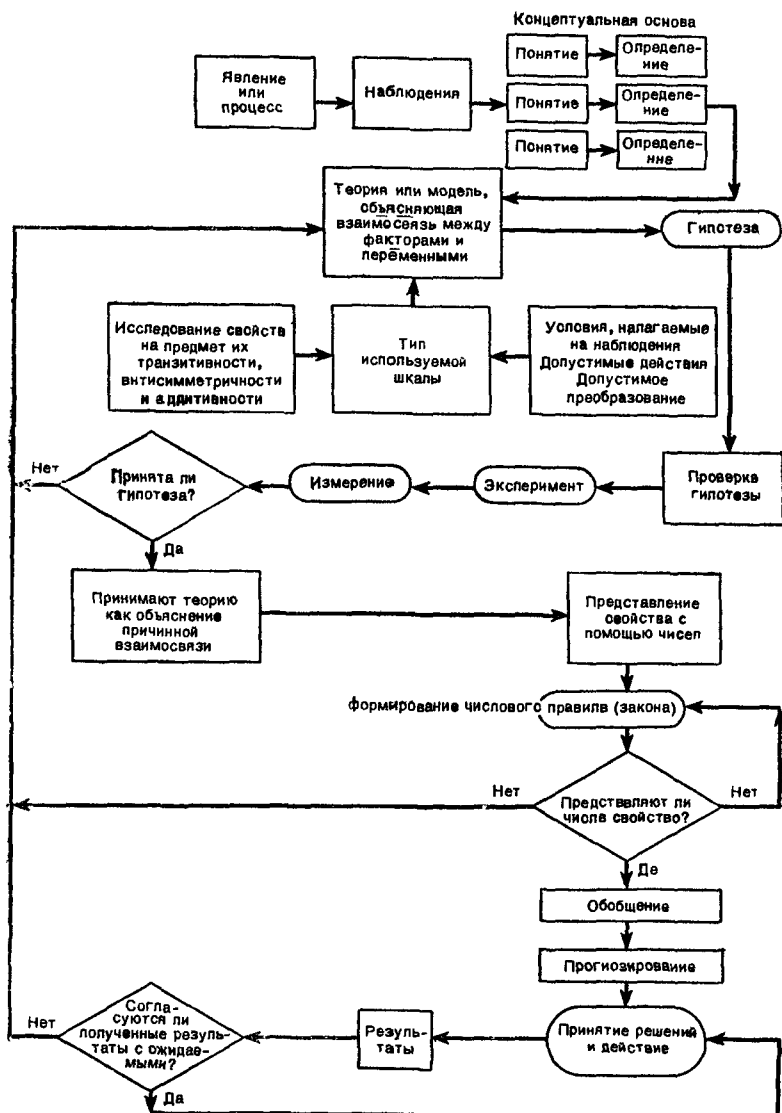


Рис. 8.2. Блок-схема алгоритма тестирования и утверждения стратегии принятия решений: системный подход к принятию решений и выбору направления действий.

пользуемых доказательств недостаточно для объяснения всех возможных взаимодействий, даже если были приняты во внимание все необходимые факторы. Модель, полученная из начальных наблюдений, является интерпретацией изучаемых явлений. Для того чтобы проверить эту модель, постулируются и проверяются гипотезы. Если они остаются в силе, то исследователь может делать прогнозы на будущее. Это объясняет тесную связь измерения с теорией прогнозирования.

Измерение свойств нередко возводится в ранг теоретических процедур, позволяющих предсказать изменение тех или иных свойств при выполнении стандартных условий. Так, в процессе перехода от качественных наблюдений, касающихся некоторых событий, к количественным утверждениям теория, гипотеза и числовая функция позволяют сделать несколько прогнозов:

1. Прогноз результата эксперимента, предназначенного для проверки гипотезы.

2. Прогноз поведения числовой функции, выбранной для описания свойств исследуемых явлений.

3. Прогноз результата, который должен быть получен после принятия некоторых решений.

Сбудутся ли прогнозы или нет — это зависит от обоснованности теории и модели, а также от выполнения стандартных условий [25].

Пример принятия решения

Приведем следующий пример. Для того чтобы приступить к изучению проблемы сердечного заболевания, мы должны достичь достаточного понимания причинной связи, существующей между переменными, входящими в «уравнение».

1. Мы должны определить задачу (на некоторых возникающих при этом трудностях мы остановимся в настоящей и следующей главах).

2. Следует найти характерные признаки, связанные с сердечным заболеванием. Возможны, например, следующие признаки: уровень холестерина в крови, степень стресса, артериальное давление, потребляемая пища, привычка к курению. Вышеупомянутые ступени исследования связаны с моделью процесса.

3. Необходимо установить возможное соотношение между переменными и определить функцию, такую, как

$$P(d) = F(C, S, B, D, H, A, V, X),$$

где $P(d)$ — вероятность сердечного заболевания, C — уровень холестерина в крови, S — степень стресса, B — артериальное

давление, D — потребляемая пища, H — число сигарет, выкуриваемых в день, A — возраст, V — пол, X — другие факторы.

Затем мы выдвигаем гипотезу о причинной связи, существующей между этими переменными. Одной из возможных гипотез, которую следует проверить, может быть следующая:

При прочих равных условиях уровень холестерина в крови определяет вероятность сердечного заболевания и характер протекания болезни.

Приведенные выше функция и гипотеза составляют основу модели теории.

4. Следует проверить правильность приведенного выше соотношения с помощью вспомогательного тестового исследования, которое заключается в сравнении характера сердечного заболевания у людей из двух контрольных групп, образованных на основе среднего уровня содержания холестерина у больных. Эта проверка с определенной степенью статистической достоверности покажет нам, что гипотеза может быть принята или отвергнута. Если гипотеза принимается, то мы допускаем также и тот факт, что сердечное заболевание зависит, по крайней мере частично, от уровня холестерина. Если же гипотеза отвергается, то ее, а вместе с ней и теорию следует изменить. Условия, при выполнении которых такая проверка выполнима, а также измерения, связанные с ней, образуют модель эксперимента.

5. Следует получить числовую функцию, являющуюся моделью числовых данных. Свойства рассматриваемых переменных должны описываться с помощью этой математической функции.

6. Как только устанавливается адекватность гипотезы и числовой функции мы переходим к модели принятия решений и действий. Задачей такой модели является получение обобщающего правила, согласно которому для людей с высоким содержанием холестерина в крови вероятность сердечного заболевания выше, а характер развития болезни сложнее, чем для людей, у которых содержание холестерина в крови ниже определенного уровня. Сущность такого обобщения заключается в том, чтобы распространить положение гипотезы за пределы контрольной группы. Подобный прогноз позволит для определенной группы людей еще до их заболевания предсказать распространение среди них сердечных недугов. В качестве результата такого исследования мы можем принять какое-либо решение и выбрать направление действий. Мы можем сконцентрировать наши усилия на том, чтобы уменьшить количество холестерина в крови людей или просто предупредить надвигающуюся на них опасность. Очевидно, что успех подобной деятельности зависит от того, насколько точно построенные модели отражают действительность. В идеальном случае, когда известны все перемен-

ные и правильно найдены соотношения между ними, человеку, страдающему сердечным недугом, будет назначен определенный курс лечения. В этом случае медицина будет в состоянии объяснить все происходящие события и все отклонения от идеальной модели. В противном случае для того, чтобы получить более достоверные сведения о соотношениях между переменными, нам предстоит выполнить еще ряд итераций, изображенных на рис. 8.2.

Выводы

Блок-схема алгоритма тестирования и утверждения стратегии принятия решений, изображенная на рис. 8.2, показывает ту важную роль, которую должно играть измерение при выборе решений. Эта схема является основой для перехода от качественных утверждений, касающихся исследуемых событий, к количественному прогнозированию ожидаемых результатов.

Измерение является необходимым условием для количественного определения. При построении модели измерение играет решающую роль, поскольку оно отражает уровень имеющихся в нашем распоряжении знаний об изучаемых явлениях. Если измерение не позволяет нам с приемлемой достоверностью принять или отвергнуть гипотезу, то с помощью модели мы не достигнем никакого успеха в решении проблемы. Измерение неотделимо от поиска доказательств, обобщений и законов. Нельзя выдвинуть гипотезу, не учитывая возможностей измерения. Поскольку измерение неразрывно связано с проверкой гипотезы, последняя формулируется так, чтобы сделать возможным измерение. В противном случае, гипотезы, так же как и вытекающие из них прогнозы, не имели бы смысла.

Процесс тестирования и утверждения стратегии принятия решений включает те шаги, которые предшествуют выбору любых решений — и важных, и незначительных. Очевидно, что в последнем случае материальные или какие-либо другие затраты, связанные с выполнением всех этих этапов, не оправдываются. Обычно человек находит необходимые ему объяснения и принимает решения на основе уже проверенных правил поведения. Измерение должно предшествовать принятию решений, поскольку, если мы не сумеем предсказать поведения переменных и характера взаимодействия между ними, мы не сможем предопределить результаты нашей деятельности и управлять ею.

Несмотря на то что процесс тестирования и утверждения стратегии принятия решений проистекает из научного метода, он в одинаковой степени приложим как к жестким, так и к мягким системам. Теория измерений является неотъемлемой

частью и научной, и системной парадигм. Ее использование в области мягких систем представляет особый интерес. (Эта проблема подробно разбирается в гл. 9.) Читатель без труда может заметить, что основы, на которых базируются измерения, содержат некоторые предположения, которые не всегда справедливы. Мы имеем в виду, например, требование повторного проведения наблюдений и проверок, прежде чем признать справедливость теории или гипотезы или принять какое-либо решение. Повторение наблюдений является чрезмерной роскошью, которую трудно себе позволить при проведении, например, социологических исследований. Кроме того, при построении доказательств и прогнозов следует иначе относиться к роли неформальных процессов мышления и значению очевидных фактов, если дело касается областей знания, отличных от естественнонаучных.

Проблемы, возникающие при измерении¹⁾

Чёрчмен охарактеризовал измерение как «деятельность, связанную с принятием решения... и направленную на достижение поставленной цели». При этом, по мнению Чёрчмена, лицу, проводящему измерения, придется решать следующие проблемы:

- 1) *языка*, т. е. вопрос о том, как следует выразить результаты вычислений, чтобы донести их до других;
- 2) *детализации*, или вопрос о том, какие исходные данные в зависимости от рассматриваемой задачи следует использовать;
- 3) *стандартизации*, состоящую в нахождении условий, при выполнении которых будет гарантирована правильность измерений;
- 4) *точности и контроля*, включающую оценку отклонений и контроль над результатами в различных ситуациях.

Проблема языка

Эта проблема в некоторой степени связана с проблемой реализации, обсуждаемой в гл. 15, где рассматриваются взаимоотношения между исследователем, ученым и руководителем предприятия. Для того чтобы обмениваться результатами, все они должны говорить на одном и том же языке. Возникает вопрос, должен ли руководитель предприятия изучить специализиро-

¹⁾ В основу настоящего раздела положена работа Churchman C. W., *Why Measure?*, in *Measurement Definition and Theories*, C. W. Churchman, P. Rattoosh (eds.), Wiley, N. Y., © 1959, pp 83—94. (С разрешения автора)

ванный язык ученого и должен ли ученый уметь переводить результаты своих исследований на язык, который смог бы понять руководитель. Ученый и исследователь пытаются доказать, что язык математики является для них мощным средством, без которого они не могут обойтись. Руководитель считает, что он не обязан изучать математику для того, чтобы читать отчеты, представляемые ему учеными. Какой же путь надлежит избрать: сделать руководителей предприятий исследователями или, наоборот, исследователей руководителями? Таким образом, проблема количественного определения и измерения включает в себя не только нахождение количественных результатов, но и способ их передачи.

Проблема детализации

Затрагиваемая здесь проблема связана с системным подходом к измерению. Какой из аспектов вопроса следует рассматривать при определении бедности: материальное положение лишенных прав семей, живущих в бедных районах города, или такие факторы, как плохое образование, ограниченные возможности, отсутствие необходимых удобств? Исследование каждой проблемы требует различного уровня детализации. Если для установления размера налога и минимального уровня заработной платы мы рассматриваем экономическое состояние страны, то используемая информация может быть выражена только в экономических терминах. С другой стороны, если для определения материального положения неимущих мы решаем вопрос о принадлежности к классу бедняков, то необходимо провести более детальное исследование, выходящее за рамки экономики.

Стандарты и стандартизация

Процесс измерения обычно заключается в сравнении измеряемого объекта со стандартом. Когда масштабную линейку прикладывают к объекту измерения, размер объекта определяют по калибровке линейки. В данном случае стандартом является линейка. Однако линейка — это вторичный стандарт. Существует основной стандарт длины, который одно время представлялся металлической планкой, хранимой в Бюро стандартов США в Вашингтоне, федеральный округ Колумбия. Сейчас стандарт длины задается с использованием некоторых свойств лучей лазера. Уже тот факт, что основной стандарт, с помощью которого проводились все сравнения, с годами изменился, указывает на важность данного вопроса. Стандарт

определяется человеком и может изменяться по мере технического прогресса. Причина, по которой длина волны лазерного излучения представляет собой более подходящий стандарт, чем металлическая планка, заключается в том, что условия, необходимые для использования лазерного луча, достигаются проще, чем условия, требуемые для хранения планки. Эта простота облегчает и возможности по копированию стандарта, поэтому исследователи в других странах могут без труда воссоздать условия, необходимые для получения стандарта. Новый стандарт, основанный на явлении излучения лазера, является более точным и не зависит от условий внешней среды, которые в случае образцовой металлической планки должны быть неизменными. Лазерный луч — сравнительно новое достижение. Постоянство длины волны лазерного излучения явилось основой для стандарта. Металлическая планка в течение длительного времени служила эталоном длины, поскольку мы имели ясное представление о свойствах правильной металлической планки, выполненной из специального сплава, коэффициент расширения которого хорошо известен.

Таким образом, как мы отметили выше, с помощью измерений составляется прогноз поведения луча лазера или планки при стандартных условиях. Этот прогноз в свою очередь вносит определенный вклад в теоретические знания в области теплового расширения (стандарт — планка) и в области монохроматического излучения (стандарт — длина волны лазерного излучения). Очевидно, не все измерения можно произвести путем прямого сравнения основного стандарта и объекта, подлежащего измерению. Поэтому обычно используются специальным образом изготовленные вторичные стандарты. Например, деревянная линейка, обеспечивающая необходимую для наших целей точность, является копией образцовой металлической планки. Использование линейки представляет собой попытку получения результатов, которые были бы достигнуты с помощью основного стандарта.

Итак, измерение становится возможным тогда, когда мы в состоянии понять и предсказать свойства стандартов.

Проблема точности

«Определение точности само является измерением — измерением степени возможного отклонения результатов измерений от истинного значения» [26]. Для нахождения точности были использованы следующие статистические критерии:

1. Среднее значение как наилучшая оценка измеряемой переменной.

2. Стандартное отклонение от среднего значения как наилучшая оценка точности прибора, которым производится измерение.

3. Стандартная погрешность среднего значения, или стандартное отклонение распределения средних значений, как наилучшая оценка возможных значений измеряемой переменной.

4. Доверительные интервалы, дающие уверенность в том, что определенные интервалы содержат истинное значение измеряемой переменной или ее среднюю величину [27].

Вышеперечисленные критерии строятся для того, чтобы дать возможность «пользователю с помощью результатов измерений оценивать информацию, полученную им при измерениях». Эти критерии являются «общими критериями точности», которые, к сожалению, не отражают потерь, возникающих в результате «отклонений от истинных значений» [28].

Проблема контроля

Проблема контроля связана с проверкой использования членами организации подходящей информации для принятия ими решения. Например, если ЛПР используют устаревшие результаты расчета, это свидетельствует о плохом контроле. Настоящая проблема включает в себя задачу обеспечения достоверной информацией для принятия правильного решения и задачу достижения взаимосогласия по вопросу о предпосылках и предположениях, которая в некотором отношении напоминает описанную в гл. 4 процедуру достижения единодушия, с помощью которой различные мировоззрения «сглаживались» на каждой итерации процесса принятия решения.

Неразрешенные проблемы, связанные с измерением выхода систем. Выход системы образования

Методологически проблема измерения выхода систем представляет собой одну из наиболее трудных задач для аналитика и проектировщика систем. Прогресс, осуществленный в области образования за последнее десятилетие, вселяет уверенность в то, что эта задача может быть успешно решена. До 1969 г. было предпринято немало попыток исследования проблем, связанных с измерением в области образования. Проведенные исследования имели ряд недостатков, многие вопросы остались неразрешенными.

1. Экономические потребности для области образования трудно предсказуемы.

2. Учитываемый чистый заработок лиц, окончивших учебное заведение, нередко использующийся в качестве критерия полезности системы образования, не точно отражает значение образования.

3. Экономические критерии не учитывали политической, социальной и культурной выгод.

4. Способы определения экономической выгоды не содержали критериев оценки качества.

5. Трудно было оценить достоинства системы [29].

Возрастающий поток литературы свидетельствует об определенных успехах в области получения осмысленной оценки выхода мягких систем.

Выход жестких систем в большинстве случаев связан с материальными объектами и характеризуется количественными оценками. Выход мягких систем, напротив, как правило, может быть охарактеризован только качественно. Поэтому естественно ожидать, что выход мягких систем будет доступен измерению более слабыми шкалами, чем выход жестких систем. Данный факт не обязательно следует рассматривать как недостаток. Он означает, что специальные методы измерений должны быть построены с учетом этого ограничения. Одно время полезность, которую нельзя было количественно оценить никакой числовой шкалой, вообще не рассматривалась и называлась «нематериальным» параметром. В настоящий момент мы стремимся к использованию порядковой шкалы и получению оценок, с помощью которых можно построить критерии полезности и предпочтения. Прогресс методов многомерного измерения и многофакторного принятия решения (о которых речь пойдет в гл. 11) в сочетании с методами достижения согласия (гл. 16), ведет к надежным критериям относительной ценности.

Проблема определения выхода системы образования

Проблеме определения выхода системы образования мы уделили немало внимания. Недоверие к методам измерений заставляет использовать только поддающиеся количественному определению характеристики выхода, например число людей, имеющих образование, или такой неубедительный показатель, как различие в зарплате людей с образованием и без образования. Мы считаем, что вход и выход системы обучения студента — понятия многогранные:

К входу такой системы относятся талант студента, его знания, стремления и другие качества, необходимые для овладения профессией. Эти входные элементы являются... «сырым материалом», который институт должен «обрабатывать»... Под выходом данной системы... мы понимаем успехи, достигнутые студентом, а также его знания, умение, склад ума, стремления, интересы, повседневную деятельность и пользу, приносимую им обществу [30].

В отчетах, подготовленных комиссией по высшему образованию, помимо прочих преимуществ высшего образования подробно рассматривается его значение и влияние на жизнь человека. Были отмечены следующие моменты:

- 1) более широкие возможности для деятельности;
- 2) более полное удовлетворение работой;
- 3) более благоприятные условия работы;
- 4) улучшение материального положения;
- 5) влияние на образ жизни;
- 6) более полное использование опыта, накопленного людьми;
- 7) воздействие на политические взгляды [31].

Цели и критерии эффективности

Измерение выхода жестких систем может быть абсолютным, т. е. оно может быть произведено вне связи с внешней средой и целями, преследуемыми системой. Так, при определении количества осадков, выпадающих зимой, мы можем измерить толщину снежного покрова специальным прибором, установленным в горной обсерватории. Для мягких, или социальных, систем дело обстоит иначе. Здесь мы рассматриваем выход, который планируется таким образом, чтобы выполнить поставленную задачу. Мягкие системы и организации имеют определенную цель. Поэтому естественно предположить, что их выход должен определяться с учетом того, в какой степени они удовлетворяют этим целям. Действительно, при подсчете числа ученых или инженеров неважно, кто из них получил ученую степень в Соединенных Штатах. Значительно более важным фактом, требующим анализа, является то, что систему образования мы проектируем для определенной цели. Например, уровень системы образования отражается на экономике, а благодаря знаниям и умению специалистов с высшим образованием увеличивается объем продукции, выпускаемой обществом, что в конечном итоге повышает уровень его благосостояния. Читатель заметит, что такая цепь событий образует «модель», или теорию, описывающую влияние образования на экономику, а затем и на общество. Если мы не имеем подобной модели, мы не можем измерить величину этого влияния. То, что мы должны определить,— это влияние образования на людей и влияние специалистов с высшим образованием на экономику и производительность. Эти воздействия следует оценить в связи с задачами, которые были поставлены перед нами ранее, что позволит определить, насколько успешно мы продвигаемся к намеченным целям. Критерии этого прогресса строятся с помощью измерений.

Личная выгода против общественной

Мы должны понимать двойственность понятия выгоды в сфере образования. Существуют *личная выгода*, к которой стремятся частные фирмы и ученые-индивидуалисты с целью увеличить доходы, создать себе соответствующую репутацию, улучшить условия жизни, и *общественная выгода*, неразрывно связанная с интересами общества. Определение выхода системы образования должно касаться обоих этих аспектов [32]. Очевидно, в зависимости от того, какой из этих аспектов является преобладающим, так или иначе решаются вопросы о том, кто должен платить за высшее образование, кто должен его субсидировать, как следует финансировать научно-исследовательские работы — на уровне штата или государства и т. д. Основные исследования в математике и ОТС, по всей вероятности, должны финансироваться на межнациональном уровне, что определяется широтой сферы приложения этих общих наук. Мы хорошо знаем, насколько тяжело точно определить, какую роль играет образование в жизни одного человека, не говоря уже о трудностях, связанных с изучением влияния образования и научно-исследовательской работы на увеличение производительности труда и рост благосостояния народа.

Отношения между состояниями и потоками

Система образования является динамической системой, которая состоит из подсистем, например академической и неакадемической (административной) подсистем, студенческой подсистемы и т. п. [33]. Аналогичную классификацию можно представить себе, если рассмотреть систему образования в связи с другими системами, такими, как экономическая система, дополнив последнюю различными производственными секторами, правительственными учреждениями, промышленными предприятиями и т. д. [34]. Во всех случаях состояние каждой системы или подсистемы может быть описано с точки зрения ее возможностей, характера рабочей силы, фондов и прочих качеств, касающихся экономических вопросов, людей и других аспектов. «Потоки» товаров, людей, услуг и информации изменяют «состояния» подсистем и секторов. Таким образом, общая система может быть описана уравнениями, представляющими уровни в каждом состоянии, изменения, происходящие в уровнях при переходе от одного состояния к другому, и скорость изменения этих переменных величин. В свое время были построены и рассчитаны изящные динамические модели, основанные на принципе уровней и потоков. Для наших целей достаточно лишь отметить подобие между состояниями и

потоками системы образования и любой системы производства [35]. Рассматриваемые под данным углом зрения входные и выходные потоки для системы образования существуют лишь как различная форма одних и тех же переменных величин, наблюдаемых в разные моменты времени. В системе происходит процесс преобразования, посредством которого эти переменные величины переходят из одного состояния в другое.

Исследование систем и подсистем в таком плане соответствует рассмотренным моделям измерения. Для этих моделей предполагается, что система образования обеспечивает «развитие», или изменения, в нескольких направлениях. Браун считает, что существует пять направлений развития:

1. Развитие человека в целом, благодаря чему повышается роль личности.

2. Развитие человека в определенном направлении, что связано с совершенствованием его мастерства и более глубоким пониманием специальных областей знания.

3. Развитие всей системы знаний, благодаря чему открываются новые взаимосвязи и новые явления.

4. Развитие общества в целом, что связано с использованием знаний при решении проблем, стоящих перед обществом.

5. Развитие, связанное с участием человека в делах института. Оно проявляется в положительном воздействии, оказываемом учебным заведением на человека, который получает от учебы удовлетворение, а в дальнейшем — материальную выгоду [36].

Общий выход системы = Развитие человека в целом +

+ Развитие человека в определенном направлении +

+ Развитие всей системы знаний +

+ Развитие общества в целом +

+ Развитие, связанное с участием человека в процессе учебы, где

Развитие (для каждого слагаемого) =

= Общая стоимость выхода — Общая стоимость входа.

Таким образом, развитие, или изменение, которое отражено в каждом слагаемом, может быть определено как разность между состояниями до и после процесса преобразования [37]. Интересно отметить, что не каждое развитие имеет положительные результаты. По мнению комиссии по образованию, развитие сети образования может «усложнить и усугубить определенные проблемы, стоящие перед нашим обществом», такие, как

1) проблема направленности молодежи, связанная с преодолением состояния неопределенности будущего;

2) конфликт, возникающий между более образованным новым поколением и менее образованным старым поколением;

3) конфликт между молодыми людьми, обучающимися в институтах, и молодежью, не получившей такого образования;

4) вражда между сторонниками более «либеральной» и более «консервативной» точек зрения по социальным вопросам» [38].

Поэтому при рассмотрении происходящих изменений и изучении влияния систем следует учитывать как положительные, так и отрицательные результаты. Кроме того, нас интересует не только величина изменений, которые произойдут в процессе преобразования, но и прямые и косвенные расходы, связанные с этими изменениями. Мы считаем необходимым следить за воздействием, которое система оказывает на заказчиков. Планировщики и проектировщики должны добросовестно выполнять свои обязательства и четко понимать свою роль в системе. Так, применительно к системе образования как профессорско-преподавательский состав, так и администрация должны понимать изменения (отмеченные нами выше), к которым приводит наша «система преобразования», и быть ответственными за них. Уместно, вообще говоря, поинтересоваться у студентов, находят ли они полезными происходящие изменения. Заказчики, разработчики и те, кто воздействует на процесс преобразования системы, должны собраться вместе и обсудить все зависящие от них вопросы, связанные с выходом системы. (Вопросы, связанные с выходом системы образования, разбираются в работах [39].)

ЛИТЕРАТУРА

1. Ennis P. H., The Definition and Measurement of Leisure, in Sheldon E. B., Moore W. E. (eds.), *Indicators of Social Change: Concepts and Measurements*, Russel Sage, N. Y., 1968, pp. 526—532; Voss J., The Definition of Leisure, *Journal of Economic Issues*, 1, 1—2, 91—106 (June 1967).
2. См. п. 1, с. 532.
3. Kahn H., Wiener A. J., *The Year 2000: A Framework for Speculation in the Next Thirty-Three Years*, Macmillan, N. Y., 1967.
4. Rigby P. H., *Conceptual Foundations of Business Research*, Wiley, N. Y., 1965, chs. 2, 7, 8.
5. Campbell N. R., *Foundations of Science: The Philosophy of Theory and Experiment* (formerly *Physics: The Elements*), Dover, N. Y., 1957, p. 267.
6. Там же, с. 269.
7. Там же, с. 270.
8. Там же, с. 271.
9. Там же, с. 278, 282—283.
10. Там же, с. 283.
11. Там же, с. 268. Утверждение Кэмпбела о том, что цвет является качественной характеристикой, может быть опровергнуто благодаря прогрессу в области измерения световых волн различной длины.
12. Там же, с. 274—277.
13. По поводу критики Кэмпбела см. Ackoff R. L., *Scientific Method: Optimizing Applied Research Decisions*, Wiley, N. Y., ch. 6; Krantz D. H., Luce R. D., Suppes P., Tversky A., *Foundations of Measurement*, Vol. 1, Academic Press, New York, 1971, especially chs. 3, 10.

14. Stevens S. S., Measurement, Psychophysics and Utility, in C. W. Churchman, P. Ratoosh (eds.), *Measurement: Definitions and Theories*, Wiley, N. Y., 1959.
15. Vickrey D. W., Is Accounting a Measurement Discipline?, *Accounting Review*, 45, 4, 733 (October 1970).
16. Krantz D. H. et al., см. п. 13, с. 8—13.
17. См. п. 14, с. 46—61.
18. Mattessich R., *Accounting and Analytical Methods*, Irwin, Homewood, Ill., 1964, p. 57.
19. Siegel S., *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*, McGraw-Hill, N. Y., 1956, ch. 3.
20. Tarski A., *Theory of Models*, *Indagationes Mathematicae*, 16, 572—588 (1955); 17, 56—64 (1955).
21. Suppes P., Models of Data, in E. Negel, P. Suppes, A. Tarski (eds.), *Proceedings of the 1960 International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science*, Stanford University Press, Palo Alto, Calif., 1962, pp. 252—261.
22. Stevens S. S., (ed.), *Handbook of Experimental Psychology*, Wiley, N. Y., 1951, pp. 1—49. [Имеется перевод: Стивенс С. С. Экспериментальная психология. — М.: ИЛ, 1960.]
23. Caws P., Definition and Measurement in Physics, in C. W. Churchman, P. Ratoosh (eds.), см. п. 14, p. 3—17.
24. См. п. 15, с. 740.
25. Churchman C. W., *Prediction and Optimal Decisions*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1961, chs. 4, 5.
26. Churchman C. W., Why Measure?, in C. W. Churchman, P. Ratoosh (eds.), см. п. 14, с. 92.
27. Barford N. C., *Experimental Measurements: Precision, Error and Truth*, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1967.
28. См. п. 26.
29. Durstine R. M., Davis R. G., Educational Planning in Developing Countries — A Possible Role for Operations Research, *Operations Research*, 17, 911—915 (September — October 1969).
30. Astin A. W., Measuring Student Outputs in Higher Education, in *The Outputs of Higher Education: Their Identification, Measurement, and Evaluation*. Работа, представленная на семинаре, проведенном в Вашингтоне 3—5 мая 1970 г. Boulder, Col.: Western Interstate Commission for Higher Education, July 1970. Об упомянутом семинаре по вопросам о выходе системы высшего образования см. последующие ссылки.
31. Kerr C., A Degree and What Else: Correlates and Consequences of a College Education, New York, McGraw-Hill, 1971, p. XI.
32. Balderston F. E., Thinking About the Outputs of Higher Education, in *Seminar on Outputs of Higher Education*, pp. 12—14.
33. Koenig H. E., Keeney M. G., A Prototype Planning and Resource Allocation Program for Higher Education, *Socio-Economic Planning Science*, 2, 201—215 (1969).
34. Le Vasseur P., A Study of Inter-Relationships Between Education, Manpower, and Economy, *Socio-Economic Planning Sciences*, 2, 269—295 (1969).
35. Отметим, что «модель состояния — потоки» известна также как «модель фондов — потоки» и «модель уровня — потоки».
36. Brown D. J., A Scheme for Measuring the Output of Higher Education, *Seminar on Outputs of Higher Education*, pp. 27—38.
37. Там же, с. 38.
38. См. п. 31, с. XII.
39. Planning, Programming and Budgeting for City, State, County Objectives, Note 7, Washington, D. C., State-Local Finances Project, George Washington University, June 1968, Exhibit 3; Seminar on Outputs of Outputs of Higher Education.

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Введение

При использовании системной парадигмы возникает проблема, как установить, в какой степени можно определить количественно и измерить некоторые переменные. В результате обсуждения этой проблемы предложены следующие шаги:

1. Определите, являются ли переменные «количественными» или «качественными» в соответствии с критерием, предложенным Кэмпбелом, или аналогичными критериями.

2. Определите «силу шкалы» переменных, т. е. можно ли применить шкалу наименований; порядковую, интервальную шкалы или шкалу отношений в указанном порядке.

3. Используйте иерархию моделей, чтобы получить законы, выражающие связи наблюдаемых характеристик.

4. Применяйте алгоритм тестирования и утверждения стратегии принятия решений, чтобы оценить принятые решения и действия.

Приведенные выше процедуры являются общими, их можно использовать и в области биологических, психологических и общественных наук, однако в этом случае необходимо принять во внимание следующие особенности:

1. В области психологических и общественных наук больше качественных переменных, чем в физических науках.

2. Для измерения переменных в области физических наук можно использовать «более сильные» шкалы, чем для измерения переменных в области психологических и общественных наук. Напоминаем, что «сила шкалы» возрастает от шкалы наименований до шкалы отношений.

3. По всей вероятности, алгоритм тестирования и утверждения стратегии принятия решений нельзя использовать в области психологических и общественных наук в такой же степени, как в области физических наук.

Чтобы четко понять значение и виды измерений, допустимых в различных науках, необходимо более глубоко рассмотреть имеющиеся различия. Начнем с обсуждения различий самих

областей знания, используемых в них хода рассуждений и научных методов. Это ведет к сравнению значения объяснений, прогнозов, интуиции, суждений и роли данных. Во второй части главы мы упоминаем о специальных методах познания, которые были недавно предложены и обещают улучшить научный подход и расширить возможности решения проблемы в области общественных наук, несмотря на их сложность.

Научные методы исследования жестких и мягких систем

В конце гл. 3 мы уже высказывали мнение о существовании дихотомии между теорией жестких систем и теорией мягких систем. В этой главе мы хотим развить эту идею дальше в связи с особыми трудностями, которые возникают при измерении признаков в области общественных наук.

Жесткие системы, как мы уже определили, типичны для физических наук, и для них с успехом можно использовать научный метод и научную парадигму. Мягкие системы имеют бихевиористические характеристики, они существуют и претерпевают изменения под влиянием окружающей среды. В соответствии с классификацией наук, описанной в гл. 2, мягкие системы относят к областям биологических, психологических и общественных наук.

Не удивительно, что при сравнении характеристик жестких и мягких систем оказывается, что научные методы, применимые для первых, могут быть совершенно неприемлемы для вторых. Обычно для жестких систем прибегают к формализованным рассуждениям, в которых преобладают категории математической логики. Получаемые при этом данные обычно воспроизводимы, а объяснения могут быть основаны на доказанных причинных взаимосвязях. Чаще всего доказательства являются точными, а прогнозы даются со сравнительно большой степенью уверенности. Однако все это не подходит для мягких систем, для которых мы должны использовать системную парадигму. Вместо анализа и дедуктивного метода, мы должны прибегнуть к синтезу и индуктивному методу. Следует не полагаться полностью на формализованные методы мышления, а принять во внимание следующее:

1. Процессы неформального рассуждения, такие, как интуиция.
2. Вес данных, полученных из небольшого числа наблюдений и практически невозпроизводимых.
3. Прогнозы, основанные на еще менее точных данных, чем объяснения.

4. Больше число разрывов области и важность необычного события [1].

Процессы рассуждения — суждения и интуиция¹⁾

В табл. 9.1 (которую следует рассматривать вместе с табл. 2.1) сравниваются научные методы, лежащие в основе аналитико-механистических подходов, таких, как научная парадигма, применяемая для жестких систем, с научными методами, на которых базируются системный подход и системная парадигма, используемые для мягких систем.

Естественно ожидать, что категории математической логики и более формализованные процессы рассуждения больше подходят для физических, чем для общественных наук. Хотя логика и математика играют определенную роль в общественных науках, они никогда не вытеснят неформальных процессов рассуждения, интуитивных суждений и других подобных процессов, которые больше подходят для менее точных наук. С другой стороны, было бы не вполне правильно считать физические науки «точными», а общественные науки — «неточными». Неформальные процессы рассуждения играют важную роль во всех науках. В работе [2] указано

в некоторых разделах физики, таких, как аэродинамика и физика высоких температур, точные методы применяются наряду с неформализованными научными методами. Действительно, последние начинают доминировать по мере того, как мы переходим от точной и обычно весьма абстрактной теории какой-либо дисциплины к ее практическим применениям в сложном реальном мире. Примерами могут быть архитектура и медицина. Обе эти дисциплины имеют теоретическую основу, т.е. располагают методами прогнозирования и объяснения. Поэтому их по праву можно назвать науками, но они являются в значительной степени неточными, так как сильно зависят от неформальных процессов рассуждения... В экономике и психологии одинаково полагаются как на точные методы, так и на интуитивные суждения.

Интуицию и суждения следует рассматривать как нечто большее, нежели «шестое чувство» или «вспышку вдохновения». Чёрчмен определяет суждение как «групповое мнение». «„Группа“ может представлять собой одно и то же лицо в разные моменты его сознательной жизни. Но на практике мы можем считать, что группа состоит из нескольких членов, и суждение — это групповое мнение, полученное на основе различных мнений членов группы... Мы хотим подчеркнуть, что правильное суждение может быть достигнуто только в том случае, если оно встречало сильную оппозицию... Таким образом, суть понятия «суждение» состоит в достижении согласия

¹⁾ Многие идеи, изложенные в следующих пяти разделах, заимствованы из работы Helmer O., Rescher N., *On the Epistemology of the Inexact Sciences, Management Science*, 6, 1 (October 1959).

Таблица 9.1

Сравнение методов познания, применяемых для жестких и мягких систем¹⁾

	Научные методы, применяемые для жестких систем (научная парадигма)	Научные методы, применяемые для мягких систем (системная парадигма)
Характеристики систем	См. табл. 2.1, колонка 2	См. табл. 2.1, колонка 3
Процессы рассуждения	Формализованные; категории математической логики	Процессы неформального рассуждения и интуитивного суждения
Данные	Точно подтверждаемые наблюдением и воспроизводимые	Понимаемые интуитивно и часто невозпроизводимые
Терминология	Точная	Более неопределенная
Обобщение	Законы; прочная основа для прогнозирования	«Квазизакон» (менее универсальные, чем законы); ограниченная возможность прогнозирования
Методы моделирования	Алгоритмы	Эвристические
Объяснения	Основаны на проверенных взаимосвязях; «должны устанавливать в большей степени справедливость своих гипотез, а не их отрицание»	Понимаемые причинные взаимосвязи, не всегда поддающиеся проверке
Прогнозы	Основаны на убедительных данных и «сформулированы так же точно, как любое объяснение»; «лежащие в их основе гипотезы должны быть более верны, чем их альтернатива»	Прогнозы, основанные на интуитивном рассмотрении и на «менее точных данных, чем объяснения... не отличающиеся точными формулировками»
Континуум	Постепенные переходы; нарушение непрерывности объясняется лишь недостаточностью наших знаний	Область, которой присуще нарушение непрерывности; важность необычного события
Доказательства	Точные выводы	Математические выводы не обязательны, приемлемы субъективные данные
Надежность прогнозов	Большая вероятность возможных состояний	Меньшая степень вероятности возможных состояний

¹⁾ Эти данные в сокращенном виде заимствованы из работы Helmer O., Rescher N., On the Epistemology of the Inexact Sciences, *Management Science*, 6, 1, 25–52, © 1959, (с разрешения авторов и Institute of Management Sciences)

Продолжение

	Научные методы, применяемые для жестких систем (научная парадигма)	Научные методы, применяемые для мягких систем (системная парадигма)
Результаты	Наблюдаемое поведение обычно является ожидаемым средним результатом бесконечного числа событий, имеющих место в системах «неорганизованной сложности»	Наблюдаемое поведение происходит из взаимодействия конечного числа элементов и процессов, имеющих место в системах «организованной сложности»
Степень надежности	Основана на относительной частоте наблюдаемых событий (объективной вероятности)	Основана на относительной частоте наблюдаемых событий (объективной вероятности) и на субъективных суждениях относительно вероятности событий (субъективной вероятности)
Роль экспертизы	Отбор фактов, выдвижение и проверка гипотез, создание теорий	Необходимо установление «веса тех или иных данных»; обеспечение несистематизированной основы при формулировании прогнозирующих выводов и интуитивной оценки неясных факторов
Методология экспертизы	Строгое применение научных и математических методов	Применение и модификация научных и количественных методов; разработка специальных методов; дельфийский метод и метод достижения согласия; технологическое прогнозирование; моделирование и проведение деловых игр; управляемые эксперименты, эвристические методы; поисковые методы, теории размытых множеств; теория катастроф

на основе несогласия. Суждение — это своего рода переговоры... Суждение представляет собой групповое мнение, которое получают с помощью обработки по определенным правилам (частично противоречивых) мнений отдельных членов группы» [3]. Мы полагаем, что эти правила могут влиять сознательно или подсознательно на членов группы и даже могут быть им неизвестны. Таким образом, каждый высказывает

«как бы» свое собственное мнение, но в действительности это мнение оформилось в пылу дебатов и споров со своими коллегами. Интуиция относится к той же категории рассуждения, что и суждение. В словаре Вебстера интуиция определяется как «способность или дар получать знания, или достигать понимания, не прибегая к рациональному мышлению и заключениям» [4]. В словаре Роже интуиция ассоциируется с «отсутствием рассуждения» [4].

Наблюдения и данные

Для того чтобы сделать вывод о ходе какого-либо процесса, необходимо провести множество наблюдений, прежде чем предложить гипотезу о зависимостях между наблюдаемыми переменными. Однако в области общественных наук ученый не имеет возможности воспроизводить результаты наблюдений, как это делают его коллеги в области физических наук. Последние могут воспроизводить свои эксперименты в лаборатории столько раз, сколько это нужно. Если экономист анализирует причины спада, он должен изучать события по мере того, как они происходят, или воссоздавать их ход по данным, собранным в то время, когда они происходили. Спад в точно такой же форме не повторится никогда. По всей вероятности, и социолог вынужден разрабатывать свою гипотезу на основе небольшого числа наблюдений. У него нет возможности воспроизвести событие. В некоторых случаях он может попытаться провести наблюдение за схожими событиями. Например, социальный психолог может наблюдать за группой играющих детей, чтобы установить их игровые приемы. Он может фиксировать, сколько раз происходит то или иное событие и таким образом получить распределение частот. После тщательного анализа это может привести к созданию гипотез о поведении детей. Безусловно, никакие два события не будут одинаковыми, но тем не менее возможно создание модели, отражающей сходство между событиями.

Даже при «слишком малом» числе наблюдений можно провести разумное дифференцирование зависимостей между наблюдаемыми переменными. В принципе объективная вероятность требует, чтобы событие наблюдалось бесконечное число раз. Несмотря на это, оценки вероятности можно давать и в тех случаях, когда число наблюдений не является бесконечным.

Уже разработана и используется теория вероятностей, основанная на субъективных вероятностях [5]. Субъективные вероятности подчиняются тем же математическим правилам, что и объективные вероятности. Они основаны на субъектив-

ных оценках вероятности того, что то или иное событие произойдет. Более того, эта теория допускает изменение субъективных оценок по мере поступления новой информации, ведущей к пересмотру априорных вероятностей. Читателя, который хочет углубить свои знания о байесовом методе принятия решений, мы отсылаем к работам [5—10].

Гипотезы

Научный метод предполагает, что сначала постулируется гипотеза, а потом начинается ее проверка. Тем самым исключается пристрастность при проверке, и этапы разработки гипотезы и ее проверки осуществляются независимо. Если гипотеза оказывается неправильной, то необходимо сформулировать новую гипотезу. В общественных науках нередко начинают проверку, даже не имея никакой гипотезы. Это объясняется невозможностью воспроизвести наблюдения и тем фактом, что в ходе дальнейших наблюдений могут быть выявлены новые зависимости [52].

Объяснения и прогнозы

Наблюдения служат отправной точкой для создания рабочих гипотез, касающихся взаимозависимостей между факторами, влияющими на развитие наблюдаемых событий. Другими словами, мы стремимся получить объяснение и в какой-то степени прогноз. Объяснение требует, чтобы вероятность наблюдаемых событий была выражена в общей форме, путем установления правила, которое будет определять вероятность повторения событий. Объяснение может заключать в себе прогноз, что когда-нибудь проверка гипотезы подтвердит, что событие повторилось, как и ожидалось. Если проверка дает положительный результат и событие в соответствии с ожидаемым имеет место, то данный закон справедлив. Если же события не произошло, гипотезу необходимо изменить и провести новые исследования и проверку.

Объяснения и прогнозы не обязательно основываются на данных, имеющих одинаковую достоверность или вес.

Объяснение, хотя оно логически полностью не исключает альтернативы, должно в разумных пределах устанавливать справедливость гипотез, а не быть направленным на их опровержение. А вот от прогноза требуется только показать, что лежащие в его основе гипотезы просто более верны, чем всякая другая альтернатива...

Вообще говоря, в любой области (например, в социологии, где возможности точного прогнозирования ограничены, наши действия по необходимости определяются лишь незначительными различиями вероятности возможных состояний мира, и, следовательно, мы вынуждены делать прогнозы на основании значительно менее точных данных, чем когда мы даем объяснения [11].

Программируемые и непрограммируемые решения¹⁾

Для того чтобы установить различие между программируемыми и непрограммируемыми решениями, обратимся к определениям, данным Саймоном:

Решения являются программируемыми, если они стандартны и повторяются, если для работы с ними создана определенная процедура, которая может быть использована каждый раз, когда они встречаются... Решения считают непрограммируемыми, если они новые, не имеют четкой структуры и логически не вытекают из прошлого [12].

Программируемые решения

Мы можем сравнить традиционные и современные методы принятия, проверки и использования программируемых и непрограммируемых решений. Традиционно программируемое решение становилось «привычкой», «канцелярской рутинной», или оно настолько хорошо вписывалось в организационную структуру, что лицо, принимающее это решение, всегда удовлетворяло запросы организации.

Такое соответствие между целями ЛПР и целями организации может быть также результатом того, что лицо, принимающее решение, обеспечено соответствующими предпосылками (см. гл. 4).

Современный подход к разработке и использованию программируемых решений основан на двух дополняющих друг друга возможностях, обсуждаемых ниже.

Алгоритмы

Использование методов исследования операций, системного анализа и науки о методах управления привело к созданию алгоритмов, которые вытесняют традиционные методы. Алгоритмы можно определить как пошаговые операции (обычно математического характера), которые обеспечивают получение решения за конечное число шагов. Обычно алгоритм также включает и условия оптимальности получаемого результата.

Для доказательства теорем в геометрии обычно используются алгоритмы. Симплекс-метод линейного программирования — это тоже алгоритм, как и процедура дифференцирования

¹⁾ В основу этого раздела положена работа The New Science of Management Decision, © 1960, the School of Commerce, Accounts and Finance, New York University, вошедшая в книгу The Shape of Automation for Men and Management, New York, 1965. (С разрешения Harper and Row, Publishers, Inc)

непрерывной функции для нахождения ее минимумов и максимумов. Классическую формулу Вильсона для задач инвентаризации, с помощью которой в хранилище находят требуемый по заказу предмет, также можно считать алгоритмом.

Системный анализ, исследование операций и наука о методах управления в значительной степени основаны на построении моделей для решения проблем, которые традиционно решались импровизированными методами, не имеющими научной основы. Эти модели позволяют получать алгоритмические решения, исключающие импровизацию и основанные на строгих доказательствах.

Решения, называемые «программируемыми», не всегда пригодны для машинного программирования или для записи в виде машинной программы. Их называют так потому, что метод, используемый для работы с ними, включает ряд последовательных шагов, которые можно повторить. Тот факт, что алгоритмы можно запрограммировать для ЭВМ, является дополнительным преимуществом современных методов работы с ними.

Обработка данных с помощью ЭВМ

ЭВМ в сочетании с алгоритмическими решениями делает работу с программируемыми решениями еще более эффективной. Например, если проблемы сводятся к задачам линейного программирования или к задачам учета складских запасов, можно составить машинные программы, которые могут быть включены в процедуры принятия решений, и зачастую фирма может использовать их без вмешательства человека.

Персонал в этом случае можно использовать для принятия более сложных решений, в то время как функциями ЭВМ являются заказы на детали и вычисление нужной номенклатуры выпускаемой продукции.

Непрограммируемые решения

Непрограммируемые решения имеют нечеткую структуру; они, как правило, неповторяемые, поэтому для работы с ними нельзя использовать какой-либо один метод. Такие решения являются сложными или новыми и могут быть связаны с необычными условиями. Принятие этих решений обычно относится к компетенции средних и высших звеньев управления. Организацию, в которой разработаны методы решения таких проблем, можно считать эффективной. Саймон высказывает мнение, что раньше руководитель или администратор принимал непрограммируемое решение, в значительной степени полагаясь на свое суждение, интуицию и творческие способности.

Кроме того, он пользовался эмпирическими правилами, выработанными в результате многолетней практики. Правильный выбор и подготовка ЛПР также способствуют успешному принятию решений в таких условиях. В настоящее время разработаны эвристические методы решения проблем и эвристическое программирование, дополняющие суждения и интуицию руководителей, которые, в конечном счете, нельзя заменить ничем.

Эвристики

Эвристики (от греческого слова «открытие») представляют собой пошаговые процедуры, которые за конечное число шагов обеспечивают получение удовлетворительного решения проблемы¹⁾.

Обратите внимание на различие алгоритма и эвристического метода. Алгоритм может гарантировать получение оптимального решения, эвристический метод дает удовлетворительное решение, не обязательно оптимальное, но оба метода предусматривают конечное число шагов. Алгоритмы могут быть получены только в рамках модели, в которой используются преимущественно программируемые решения.

Важно также отметить различие между эвристическими и эмпирическими методами. Эмпирические методы не имеют аналитического обоснования и являются результатом интуиции и обобщения опыта. Нельзя в один день отбросить методы, которыми успешно пользовались много лет. Чтобы перейти к эвристическим методам, надо не отказываться от эмпирических методов, а, используя их, осуществить основательный и строгий анализ проблемы и всех связанных с ней факторов. Эвристические методы имеют целью «сократить время поиска». Они особенно полезны в случае, когда ресурсы ограничены или алгоритм неприемлем. Эвристические методы идеально подходят для решения сложных слабо структурированных задач. Эти вопросы подробно обсуждаются в гл. 14.

Бир несколько иначе использует понятия алгоритма и эвристического метода. Он утверждает, что в правильно организованную систему управления нужно включать «алгоритмы», требующие «эвристических методов». По мнению Бира, гибкая методология эвристических методов должна сочетаться с более строгим структурным алгоритмическим подходом. Последний включает обычные, установившиеся приемы, в то время как первая использует новые, несхематичные подходы, которые побуждают к развитию творческого начала [13].

¹⁾ Функция этих процедур состоит в сокращении возможных вариантов при поиске решения задачи — *Прим. ред.*

Эвристическое программирование

Эвристические методы имеют еще одно решающее преимущество по сравнению с эмпирическими методами. Эвристические методы можно при определенной систематизации запрограммировать для ЭВМ и тем самым сократить вычислительную нагрузку. Приведем несколько примеров использования эвристических методов в различных областях.

Рассмотрим вначале задачу о размещении товарных складов большой промышленной фирмы. Чтобы сократить время поиска, следует прежде всего установить места повышенного спроса. Затем необходимо разработать процедуру рассмотрения каждого варианта размещения и установить, как это отражается на затратах по доставке. Потом с помощью метода эвристического программирования выбирают размещение, обеспечивающее минимальные общие затраты на доставку.

Для этой программы потребуются данные о возможном местоположении фабрик и складов, о стоимости перевозок между фабриками, складами и потребителями, об ожидаемом объеме сбыта, о затратах, связанных с обслуживанием каждого склада, и о вмененных издержках, которые связаны с несвоевременными поставками [14].

Эвристические методы разрабатываются и программируются для решения задач, которые нельзя решить никакими другими методами. Одной из таких задач является распределение ресурсов в сетевых графиках больших проектов. После использования метода критического пути, как показано в гл. 6 и 12, необходимо разработать расписание и последовательность операций, которые обеспечили бы равномерный уровень потребностей в рабочей силе. Чтобы сделать минимальной продолжительность проектов, имеющих ограниченные ресурсы, такие, как рабочая сила, можно использовать эвристические методы [15]. Задача организации работы в цехах, имеющая бесконечное число возможных решений, идеально подходит для эвристического программирования. Задача заключается в том, чтобы составить расписание операций, имеющих различные маршруты прохождения через производственные участки цеха, с учетом технологической последовательности и сроков. Работа цеха моделируется, и используется несколько правил установления приоритета, чтобы найти то правило, которое приведет к составлению наилучшего расписания. Эвристические методы можно использовать для того, чтобы предусматривать и улучшать расписание в будущем [16]. Наш последний пример касается программы разработки графика водоснабжения с наименьшими затратами в большой системе, включающей плотины, каналы, водонасосные станции и гидроэлектростанции.

Задача состоит в том, чтобы управлять подачей воды, удовлетворять потребности системы в любой момент и в любое время года и делать это с наименьшими затратами для налогоплательщиков. Ограничения системы включают запасы воды, физические и технические характеристики системы, пиковые нагрузки системы и т. п. Вот пример используемого в этом случае эвристического метода:

1. Удовлетворять потребности, используя водонасосные станции, а не расходовать воду из водохранилища.

2. Если общие потребности превышают возможности водонасосных станций, использовать воду из водохранилища.

3. Определить месяц максимальной нагрузки на водонасосные станции и установить, можно ли уменьшить годовой пик нагрузки, если перенести перекачку воды с одного месяца на другой.

Систематически исследуя и изменяя распределение воды в системе водоснабжения, можно разработать эвристическую программу, которая даст близкое к оптимальному решение. Такая программа позволит потребителям и поставщикам сэкономить миллионы долларов. Кроме того, эту программу можно использовать для долгосрочного планирования и для изучения последствий предполагаемых простоев системы, для разработки мероприятий по использованию излишков воды, для исследования результатов отставаний в строительстве и предложенного нового строительного проекта [17].

Конечно, не во всех случаях эвристическое программирование улучшает работу системы. Но оно безусловно упрощает сложные проблемы, «ставящие в тупик» [18]. (По теории человеческого мышления см. работу [19].)

Определенность, риск, неопределенность и неясность

В теории принятия решений рассматриваются четыре основные ситуации: 1) определенность, 2) риск, 3) неопределенность, 4) неясность.

Значение перечисленных понятий в данном случае определяется тем, какие данные имеет в своем распоряжении ЛПР, и тем, как это лицо понимает «истину».

В условиях *определенности* ЛПР имеет полную информацию о значении результатов (выхода) и о состояниях (природы).

В условиях *риска* известны значение результатов и относительная вероятность возможных состояний.

При *неопределенности* значение результатов может быть известно, но нет никаких сведений о вероятности событий. Однако мы имеем дело с четко определенным явлением, но не

знаем, произойдет оно или нет. В условиях неясности событие определено нечетко, и его трудно классифицировать.

Рассмотрим первые три ситуации на примерах (четвертый случай будет обсужден ниже в разделе о теории размытых множеств).

Возьмем простой случай, когда ЛПР делает выбор между A_1 и A_2 : взять или не взять зонт, если возможны два состояния природы S_1 и S_2 — дождь или без осадков соответственно. Допустим, что лицо, принимающее решение, может приписать значения полезности каждому результату («матрица результатов» представлена на рис. 9.1). Могут возникнуть следующие четыре ситуации:

A_1S_1 Дождь и зонт

A_1S_2 Без осадков и зонт

A_2S_1 Дождь и без зонта

A_2S_2 Без осадков и без зонта

Указанным ситуациям приписаны относительные значения полезности 5, 2, 0 и 8, причем 0 означает худший результат,

		Состояние природы	
		Дождь S_1	Без осадков S_2
Возможные решения	Взять зонт A_1	5	2
	Не брать зонт A_2	0	8

Рис. 9.1. Матрица результатов для ситуации принятия решения.

В условиях определенности состояния природы известны, т. е. ЛПР знает, идет дождь или нет, и действует соответствующим образом. В условиях риска известна вероятность того или иного состояния. Допустим, что вероятность дождя равна 0,70, а того, что его не будет, — 0,30. В этом случае ЛПР стремится выбрать решение, которое максимизирует «ожидаемую выгоду» [20]. Как показывает простое вычисление, ожидаемая полезность A_1 больше, чем A_2 .

Ожидаемая выгода в условиях риска:

$$A_1 \quad 0,70 \cdot 5 + 0,30 \cdot 2 = 4,1$$

$$A_2 \quad 0,70 \cdot 0 + 0,30 \cdot 8 = 2,4$$

В условиях неопределенности вероятность состояний неизвестна. Лицо, принимающее решение, в этом случае вынуждено использовать различные правила или критерии, специально разработанные для таких случаев. К ним относятся, например,

1) критерий равного правдоподобия (это означает, что при отсутствии другой информации всем событиям можно приписать одинаковую вероятность);

2) критерий минимакса (используя этот критерий, ЛПР минимизирует свои максимальные потери);

3) минимакс моральных потерь (в соответствии с этим критерием лицо, принимающее решение, пытается минимизировать свои максимальные моральные потери);

4) критерий Гурвица (приписывает субъективные веса «оптимизм» и «пессимизм» максимальному и минимальному результату каждого выбора).

Остановимся лишь на использовании «критерия равного правдоподобия», так как остальные критерии подробно описаны в других работах [21]. Указанный критерий означает, что, если нет другой информации, вероятность того, что дождь пойдет, равна вероятности того, что дождя не будет. Поэтому каждому состоянию приписывается вероятность 0,50 и 0,50 соответственно. Ожидаемая выгода каждого выбора A_1 и A_2 равна соответственно 3,5 и 4,0, что побуждает ЛПР, если оно максимизирует ожидаемую выгоду, выбрать A_2 , а не A_1 , т. е. не брать зонт. Читателю следует ознакомиться с другими критериями и посмотреть, как изменяются значения полезности результатов и соответствующие вероятности. (Интересные данные по этому вопросу можно найти в работе [22].)

Постепенные переходы и разрывы

Еще десять лет назад, исходя из уровня знаний того времени, считали, что физические системы «подвержены постепенным переходам и постоянным регулярностям» в противоположность социальным системам, «для процессов, в которых характерны резкие скачки и разрывы» [23]. Это утверждение, возможно, следует дополнить некоторыми соображениями. В настоящее время мы интерпретируем отсутствие непрерывности в развитии наук как *нерешенные проблемы, требующие своего решения*:

Нерешенные проблемы представляются как разрыв непрерывности. По мере развития науки некоторые из них решаются и разрыв заполняется. Другие ждут своего решения. Например, мы еще не можем примирить две различные теории света: электромагнитную теорию, которая рассматривает свет как волны, и квантовую теорию, в соответствии с которой свет — это движение заряженных частиц. Для того чтобы объяснить все известные нам явления, необходимы обе теории. Точно так же мы применяем и законы Ньюто-

на, и законы Эйнштейна. Первые используются для тел, движущихся со сравнительно небольшими скоростями, а вторые объясняют движение тел со скоростью, близкой к скорости света [24].

В других случаях мы считаем отсутствие непрерывности *свойством, присущим данной научной области*. И хотя в области физических наук мы наблюдаем разрывы, такие, как резкая деформация материала при превышении силами давления определенного порога, нам представляется, что для области общественных наук характерны более «естественные» разрывы, которые можно считать *свойством, присущим данной области*.

Эту особенность необходимо принимать во внимание при разработке научных методов для изучения области общественных наук. Две новые теории — теория катастроф и теория размытых множеств — дали нам новые модели для рассмотрения разрывов и переходов. Эти теории окажут определенное влияние на наше понимание отмеченных явлений.

Теория катастроф

Теория катастроф появилась в 1972 г., когда французский математик Том выпустил книгу по топологии — области математики, изучающей свойства многомерных поверхностей [25]. Для рассмотрения непрерывных процессов или явлений, в которых изменения происходят гладко и непрерывно, можно использовать математику Ньютона, Лейбница и Максвелла. Одно из первых допущений дифференциального исчисления, с помощью которого выражаются скорости изменения переменных, предполагает, что поверхности и графики непрерывны. Поэтому такое исчисление не подходит для моделирования процессов, в которых допускаются разрывы и резкие изменения. Теория катастроф обеспечивает методологию, позволяющую моделировать, объяснять и прогнозировать явления, в которых отсутствует непрерывность.

Мы излагаем эту теорию, используя различные работы (в частности, [26]), в очень упрощенной и элементарной форме, хотя она абстрактна и насыщена математикой.

Все многообразие форм нарушения непрерывности в природе, будь то область физических или общественных наук, может быть представлено семью элементарными поверхностями, или моделями. В табл. 9.2 показаны математические функции, а также размерность пространств управления и поведения для катастроф типа складки, сборки, ласточкина хвоста, бабочки, гиперболической, эллиптической и параболической. В простейших формах этих моделей «пространство управления» является четырехмерным, поведение — двумерным, а время —

Таблица 9.2

Семь типов катастроф¹⁾

Тип катастрофы		Размерность пространства управления	Размерность пространства поведения	Функция	Первая производная
Каспюиды	Складка	1	1	$\frac{1}{3}x^3 - ax$	$x^2 - a$
	Сборка	2	1	$\frac{1}{4}x^4 - ax - \frac{1}{2}bx^2$	$x^3 - a - bx$
	Ласточкин хвост	3	1	$\frac{1}{5}x^5 - ax - \frac{1}{2}bx^2 - \frac{1}{3}cx^3$	$x^4 - a - bx - cx^2$
	Бабочка	4	1	$\frac{1}{6}x^6 - ax - \frac{1}{2}bx^2 - \frac{1}{3}cx^3 - \frac{1}{4}dx^4$	$x^5 - a - bx - cx^2 - dx^3$
Омбилические сборки	Гиперболическая	3	2	$x^3 + y^3 + ax + by + cxy$	$3x^2 + a + cy; 3y^2 + b + cx$
	Эллиптическая	3	2	$x^3 - xy^2 + ax + by + cx^2 + cy^2$	$3x^2 - y^2 + a + 2cx - 2xy + b + 2cy$
	Параболическая	4	2	$x^2y + y^4 + ax + by + cx^2 + dy^2$	$2xy + a + 2cx; x^2 + 4y^3 + b + 2dy$

Семь типов катастроф описывают все возможные разрывы в явлениях, управляемых не более чем четырьмя факторами. Каждая из катастроф связана с потенциальной функцией, в которой параметры управления представлены как коэффициенты (a, b, c, d), а поведение системы определяется переменными (x, y). Поверхность поведения в модели каждой катастрофы представляет собой геометрическое место всех точек, где первая производная функции равна нулю, или — в том случае, когда имеются две производные, — где они обе равны нулю.

¹⁾ Заимствовано из работы Zeeman E. C., Catastrophe Theory, © 1976. (С разрешения Scientific American, Inc.)

одномерным. Можно создавать модели и большей размерности. В действительности они уже существуют.

Такие модели представляют собой сложные поверхности в гиперпространстве, которые имеют пики, склоны, сквозные проходы, сборки, складки и т. д.

В зависимости от того, как мы прослеживаем пространственные координаты, могут иметь место те или иные события. В качестве примера приведем модель катастрофы типа сборки, которую можно использовать для моделирования агрессивного поведения собак; в этой модели страх и ярость являются дву-

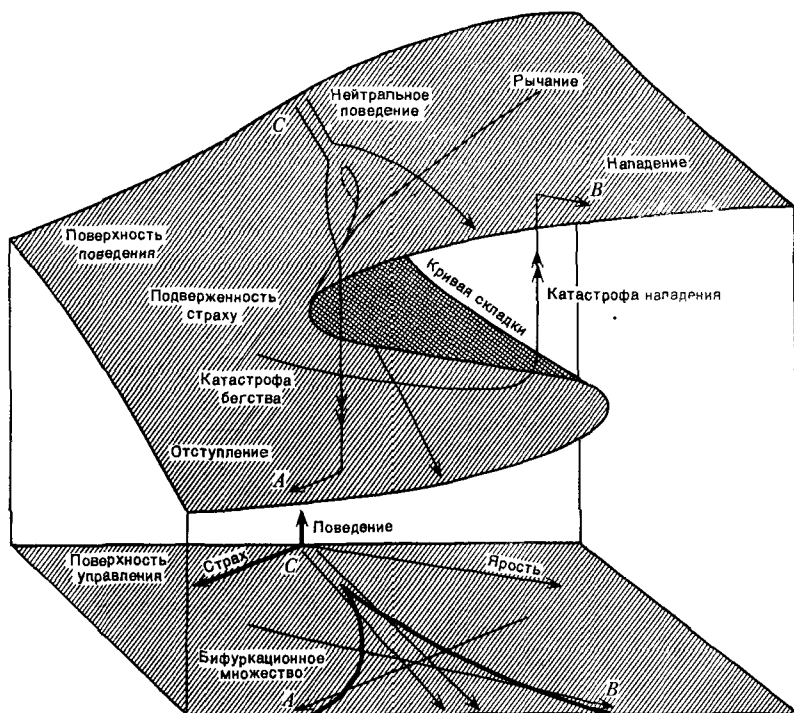


Рис. 9.2. Описание поведения собак с помощью модели, базирующейся на одном из типов катастроф [26].

мя базисными переменными, а поведение определяется их взаимодействием во времени. Рис. 9.2 показывает, как

Агрессивность собак может быть описана с помощью модели одного из элементарных типов катастроф. Модель допускает, что агрессивное поведение вызывается двумя противоположными факторами: яростью и страхом, которые изображены как оси в горизонтальной плоскости, являющейся поверхностью управления. Поведение собаки — от нападения до бегства — представлено с помощью вертикальной оси. Для любого сочетания степени ярости и страха и, таким образом, для любой точки на поверхности управления имеется по крайней мере одна вероятная форма поведения, обозначаемая как точка над соответствующей точкой поверхности управления и находящаяся на соответствующей высоте на оси поведения. Множество всех таких точек образует поверхность поведения. В большинстве случаев возможен лишь один образ поведения, когда собака испытывает в равной мере и ярость, и страх, она может как напасть, так и убежать. Поэтому на данной схеме имеются два листа (представляющих возможное поведение), которые для получения непрерывной поверхности со сборкой связаны третьим листом. Этот третий, или средний, лист, окрашенный в темно-серый цвет, отличается по своему значению от двух других: он представляет собой наименее вероятное поведение, в данном случае — нейтральность. По направлению к месту возникнове-

ния сборки ее глубина на поверхности поведения уменьшается, и в конце концов сборка исчезает. Линия, определяющая край складки, называется кривой складки, а ее проекция на поверхности управления называется кривой сборки. Так как последняя кривая обозначает границу, где поведение становится двухмодовым, ее называют множеством бифуркаций, а модель называется катастрофой типа сборки. Если разозленная собака начинает испытывать страх, то ее поведение следует по траектории *A* на поверхности управления. Соответствующая линия на поверхности поведения идет влево на верхнем листе, пока не достигнет кривой складки. Здесь верхний лист кончается, и линия резко переходит на нижний лист. Таким образом, собака прекращает нападение и внезапно убегает. Точно так же испуганная собака, если она разозлится, ведет себя согласно траектории *B*. Линия остается на нижнем листе, пока он не кончается, затем перескакивает на верхний лист, т.е. собака перестает испытывать страх и нападает. Линия поведения собаки, которая испытывает одновременно и ярость, и страх, представляет собой одну из двух траекторий при точке *C*. Перейдет ли эта линия на верхний лист (проявит ли собака агрессивность) или на нижний лист (проявит ли собака покорность), зависит от степени ярости и страха. Даже небольшое изменение того или другого стимула может вызвать значительное изменение поведения: явление следует считать расходящимся [27].

Приведем еще один пример. С помощью такой же модели можно описать поведение фондовой биржи как взаимодействие двух переменных, одна из которых соответствует повышенному спросу на акции, вторая — количеству акций, находящихся в руках спекулянтов. Поведение измеряется скоростью изменения индекса цен на акции. Переход с игры на повышение к игре на понижение означает крах, разрыв непрерывности, или катастрофу, при которой равновесие между двумя конфликтующими силами нарушается. Равновесие восстанавливается по мере того, как медленно и равномерно, без катастроф растет уверенность [28].

Модель такого типа идеально подходит для описания процессов, в которых сходимостъ определенных сил может привести к нарушению равновесия и, следовательно, к *катастрофе*, которую мы считаем более подходящим называть в нашей книге *нарушением непрерывности*.

Так как область общественных наук характеризуется бесчисленными нарушениями непрерывности, мы полагаем, что теория катастроф явится незаменимым инструментом ученого, работающего в области общественных наук¹⁾. Это еще одна теория, с помощью которой можно усовершенствовать традиционный научный метод, что позволит применять его в области, совершенно отличной от области физических наук.

Следует особо подчеркнуть, что, как и теория размытых множеств, которая используется в области неточного и неясного (см. ниже), теория катастроф является очень точной и имеет

¹⁾ В методологическом плане разрывы непрерывности объясняются на основе диалектического закона перехода количественных изменений в качественные. — *Прим. ред.*

четкую структуру. Обе эти теории математические. Тем более удивительно, что точность математической науки требуется для определения двух характеристик области мягких систем — нарушения непрерывности и неясности, — которые для непосвященных, возможно, представляются наименее подходящими для точных формулировок. Следует отметить успешные попытки использования обеих теорий для заполнения «неточных» пробелов в общественных науках более «точными» формулировками.

Теорию катастроф отличают *общность* и *полнота*, две характеристики, которые очень полезны при исследовании с позиций общей теории систем.

Значение необычных, или уникальных, событий

События в общественных науках, так же как и в физических, следует рассматривать как точки, соответствующие реализациям случайной величины, определяемой плотностью распределения используемых параметров. Однако в области общественных наук точки, выходящие за три — пять стандартных отклонений от среднего, имеют большее значение, чем должны были бы иметь, если исходить из малой вероятности того, что событие произойдет. Такое событие, как депрессия, может изменить ход истории. Необычные события, выходящие за рамки нормального хода событий, но все же находящиеся в области возможного, представляют собой наблюдения, вероятность которых очень мала, но которые нельзя отбрасывать как ошибочные, странные или как стихийные бедствия. Эти события имеют решающее значение для понимания хода событий и оказывают влияние на их развитие.

Изложенная выше новая теория катастроф может явиться тем недостающим ключом, который необходим для понимания того, как эти необычные события, приводящие к нарушению равновесия, соотносятся с непрерывными функциями.

Милсем рассматривает события, «отличающиеся от среднего на чрезвычайно большое число стандартных отклонений», как события, «относящиеся к области статистики экстремальных значений». Стивенс характеризует различия между типами перемечных, встречающихся в физических и общественных науках, исходя из разных типов континуумов. Он рассматривает «протетические» и «метатетические» континуумы. Протетические континуумы включают количественный аспект, «который развивается благодаря процессу добавления возбуждения к возбуждению — протетическому процессу». Метатетические континуумы охватывают качественные аспекты, где «мы, по видимому, движемся вдоль континуума в результате процесса

замены одного возбуждения другим — метатетического процесса [29]. Эта характеристика протетических и метатетических континуумов хорошо согласуется с определением регулярных и прогнозируемых изменений, которые мы наблюдаем в области физических систем, в противоположность нерегулярным и менее поддающимся прогнозированию изменениям, происходящим в области социальных систем.

Общая теория систем и теория размытых множеств¹⁾

Неточность и неопределенность

Важно с самого начала понять различие между понятиями *неточность* (термин, которым мы будем пользоваться как синонимом термина *неясность*) и *неопределенность*. К сожалению, в теории вероятностей термины «неясность» и «неточность» использовались наряду с термином «неопределенность», который означал случайный характер происходящих событий. Так, когда мы говорили о вероятности дождя на завтра, мы утверждали, что она может составить 0,70, а вероятность того, что дождя не будет, была равна 0,30. В данном случае мы допустили, что генеральная совокупность четко разделена на два непересекающихся множества, объединение которых обеспечивает замыкание. Могут существовать лишь две возможности: истинно или ложно, черное или белое, дождь или без осадков. Другие промежуточные состояния исключаются. Введение дихотомии или-или разрешает подстановку точной формулировки вместо неопределенной. На языке логики это означает, что мы заменили неопределенные предикаты точными и что теперь применим принцип исключенного третьего. Однако, как указывает Верма: «Делая неопределенный предикат точным, мы заменяем один предикат другим, и высказывание, в котором имеют место точные понятия, отличается от высказывания, включающего неопределенные понятия» [30].

Если говорят о высоком человеке, то определение понятия «высокий» связано с неясностью и неопределенностью того, что означает это слово. Для одних «высокий человек» может означать рост 180 см, другие подразумевают под этим словом человека ростом не ниже 195 см. Если задают вопрос: «Какова вероятность того, что следующий человек, который войдет

¹⁾ Следующие ниже разделы написаны совместно с моим коллегой, д-ром Л. Л. Пипино из Школы коммерции и управления (Калифорнийский университет, Сакраменто), которому я очень признателен за полезное сотрудничество

в комнату, будет иметь рост 180 см?», то событие описано хорошо. Или этот человек будет иметь рост 180 см, или нет. Неопределенность относится лишь к вероятности того, что событие произойдет. Если мы спросим: «Какова вероятность того, что следующим в комнату войдет высокий человек?», то мы имеем ситуацию, в которой присутствуют и неясность, и неопределенность. Нам нужно определить значение слова «высокий» наряду с вероятностью события.

Еще одним примером неясности может служить определение значения слова «старый» [31]. Если вас спросят, считается ли

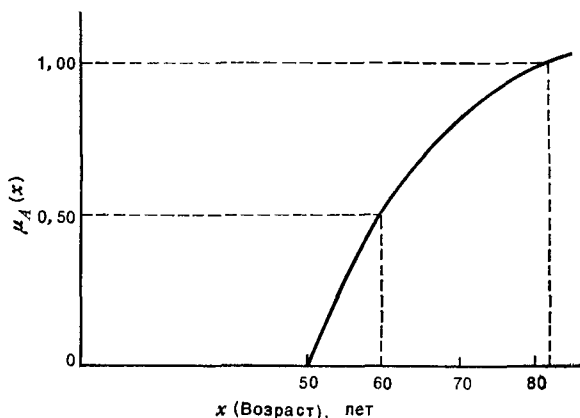


Рис. 9.3 Представление возраста с использованием функции принадлежности теории размытых множеств.

пятидесятилетний человек «старым», вы, возможно, задумаетесь и уклонитесь от ответа (особенно если вам больше 50!). И это закономерно. Вы можете назвать этот возраст «старым» или нет в зависимости от того, как вы себя чувствуете. Вы сможете описать свое отношение, если используете так называемую «функцию принадлежности» в форме чисел от 0 до 1,0, которые определяют числовое выражение вашей субъективной оценки того, можно ли считать возраст около 50 лет «старым». Рис. 9.3 показывает зависимость, которая может быть получена. Для человека, представления которого выражает данный график, возраст 50 лет не относится к «старому». «Старым» считается возраст более 50 лет. Возраст 60 лет имеет числовое выражение 0,50 и т. д.

Итак, *неопределенность* означает, что хорошо описанное событие или явление может произойти, а может и не произой-

ти, тогда как *неясность* связана с неточным описанием и плохим определением события, явления или переменной.

Бир [32] подчеркивает необходимость создания метаязыков, которые подходили бы для управления отдельными системами. Бесплезно использовать язык неопределенности для выражения неясности, так как эти два понятия совершенно различны. Необходимость различать размытость и случайность ускорила разработку теории размытых множеств, которую осуществил Заде [33].

Общая теория систем обуславливает существование многих общих теорий, которые служат для описания изоморфизма в системах. Теорию размытых множеств можно рассматривать как одну из таких общих теорий, она описывает явление неясности во всех системах, в которых оно проявляется. Математическая теория размытых множеств обещает стать *метаязыком неясности* примерно так же, как статистика и теория вероятностей являются *метаязыком неопределенности*.

Функция принадлежности

В приведенном выше примере отношение между различным возрастом и весом каждой оценки было названо функцией принадлежности, представляющей собой важное понятие в теории размытых множеств, с которой мы хотели бы здесь ознакомить читателя. Точное математическое определение этой функции дано в приложении к этой главе. Функция принадлежности выражает степень принадлежности определенных элементов, или объектов, к размытому множеству (см. рис. 9.3). Функция приписывает некоторое число, находящееся в интервале $[0, 1]$, которое можно рассматривать как «значение истинности». При этом 1 означает абсолютную истинность (полную принадлежность), а 0 означает абсолютную ложность (отсутствие принадлежности): «Число $\mu_A(x)$ естественно рассматривать как степень принятия утверждения, что x принадлежит A , и, таким образом, как *значение истинности*, связанное с этим утверждением» [34].

Функции принадлежности субъективны. Как и следует ожидать, они могут меняться от человеку к человеку и внутри однородных групп. Проблема оценки функции принадлежности, т. е. оценки функции с использованием выборочных точек из размытого множества, обычно на практике оказывается трудной. Когда в самых разнообразных дисциплинах присутствует размытость, то процедуры оценки функций принадлежности частично определяются окружением изучаемой системы. Например, в экономической теории предпочтения функция предпочтения может рассматриваться как функция принадлеж-

ности размытого множества «предпочтительных вариантов», «предпочтительного дохода». Эта функция принадлежности впоследствии может быть получена обычным способом, когда лицо, принимающее решение, рассматривает равные шансы: 50 на 50.

Если же нас интересует получение функции принадлежности размытых множеств «высокий», «низкий» или «старый», то отмеченный подход не годится. В последнем случае больше подходят методы измерений в психологии.

Мы знаем, что теория психологических измерений исторически была связана с оценкой того, что в теории размытых множеств называют «функцией принадлежности». Например, попытки измерить психологические, или субъективные, величины, по сути, представляют собой попытки абстрагировать функции принадлежности. Обширные исследования в этой области, безусловно, можно использовать для функций принадлежности [35]. В работах [36 и 37] предлагаются два эффективных подхода. Общая проблема оценки функции принадлежности также встречается при моделировании диагностических систем (гл. 17). В них размытость появляется как характеристика функции принадлежности, определяющей степень нормы или отклонения данной переменной (симптома) либо важность переменной для данного заболевания. Во всех случаях мы имеем дело со степенями принадлежности и плохо определенными классами. Теория размытых множеств представляет собой попытку точно определить эти классы и предлагает метод описания неясности отдельно от неопределенности. Более подробно определения основных понятий размытых множеств даны в приложении к данной главе.

Гносеология «неточных» наук с позиций теории размытых множеств [38]

В начале этой главы мы уже говорили о необходимости новых методов рассуждения, специально разработанных для области «неточных» наук (см. табл. 9.1). Хелмер и Решер показали [39]:

В «неточной» науке... рассуждение является неформальным и ... может, по крайней мере частично, основываться на понимаемых интуитивно фактах или толкованиях.

Терминология может быть несколько неточной, причем в действительности это не затрудняет общение.

Математические обозначения или признаки, которые можно измерить точно, используются редко.

Как правило, прогнозы не отличаются большой точностью...

Законы формулируются неполно и неточно, нельзя также требовать точности терминологии и рассуждений...

Математической точности ожидать нельзя.

В своем исследовании Хелмер и Решер намеревались заложить основы общей гносеологии «неточных» наук, будь то общественные науки или «неточные физические науки». Рассмотрим теперь область принятия решений с точки зрения того, как теория размытых множеств может обеспечить совершенно новую методологию моделирования неясности в социальных системах.

От абсолютного к вероятному, от вероятного к размытому при принятии решений

В гл. 4 мы показали, что принятие решений можно рассматривать как процесс, в котором предположения, ценности, стили и системы познания участников процесса (их миропонимание) являются связующим звеном между данными и результатами.

Независимо от концепций науки, которой мы занимаемся, и того, что в «действительности» представляет собой реальность, наша точка зрения на нее определяется выбором «фильтров», которые видоизменяют наш взгляд на представленные нам данные. Если учесть, что эти данные сами по себе уже являются сложными, не удивительно, что каждый человек представляет себе мир по-разному и нет двух людей, которые, исходя из идентичных начальных данных, пришли бы к одинаковому выводу.

Если каждый из вышеупомянутых элементов рассматривать в свете теории размытых множеств, то понятия «абсолютный» и «вероятный» уступят место понятию «размытый». Остановимся на каждом из этих элементов отдельно, чтобы определить вклад, который эта новая теория вносит в их описание и трактовку.

Роль предположений

Для того чтобы решить проблему реального мира, мы создаем абстрактную модель с точными и четко обозначенными границами. Чтобы рассмотреть компоненты системы и их взаимодействие, мы должны наложить строгие методологические ограничения, такие, как граничные условия, временные пределы, определенные критерии максимизации и минимизации и другие требования, которые позволяют формулировать, измерять и вычислять. После этого нам следует создать модель, которая, по нашему предположению, отображает реальный мир и дает правильное решение. Можно спросить: действительно эта модель представляет реальную ситуацию или является всего лишь интерпретацией нашего восприятия данной ситуа-

ции? Не будем пока отвечать на этот острый философско-психологический вопрос, а зададим другой вопрос, не менее серьезный. Он схож с проблемой, поставленной Биром [40] и Кефаласом [41]: насколько хорошо полученные модели отображают наше восприятие реальности? Следует иметь в виду, что модель на два шага отходит от реальности, так как представляет лишь наше восприятие реальности.

Обычно правильность модели устанавливается проверкой разумности и логической совместимости предположений и ограничений. Проверкой модели служит также сравнение результатов моделирования с известными закономерностями реального мира. Сделанные предположения действительно будут оказывать влияние на полученные решения.

Когда хотят получить количественные результаты, непременно предположением должен быть принцип исключенного третьего, о котором мы упоминали выше. Именно этот закон пытаются ослабить теория размытых множеств. Как уже говорилось, в данной теории делается попытка разработать систему исчисления, в которой понятия «да» — «нет», «истинно» — «ложно», «черное» — «белое» заменяются или допускают область серого, в которой могут находиться одновременно и частично истинное, и частично ложное. Именно эта возможность делает размытые множества столь привлекательным и полезным методом для использования в «неточных» науках и для моделирования сложных социальных систем.

Размытые множества не изменяют отношений между переменными, или компонентами, системы при моделировании. Все предположения остаются теми же. Однако форма их представления меняется.

Роль стиля познания

Представление предположений, ограничений и отношений между компонентами системы тесно связано с познавательным стилем лица, разрабатывающего модель. Для хорошо определенных проблем и систем стиль познания не имеет особого значения. Для «жестких» явлений модель задается фиксированной и хорошо определенной структурой.

Однако при моделировании плохо определенных проблем или сложных явлений все обстоит иначе, особенно в тех случаях, когда мы имеем дело с «системой, на поведение которой сильно влияют суждения, восприятия и эмоции людей» [42]. Иногда моделирование сводится к описанию системы неточными терминами с использованием естественного языка.

Одно из направлений исследований в теории размытых множеств касается области лингвистических переменных, т. е.

переменных, «значения которых выражены не числами, а словами или предложениями естественного или искусственного языка» [42]. Разработка исчисления для таких переменных может оказаться полезной при рассмотрении неточно определенных и очень сложных явлений, для моделирования которых нельзя использовать точные методы.

Математическая характеристика каждого значения слова, которое может принять лингвистическая переменная, представляет собой значение слова «субъективный» в том смысле, что два человека не обязательно вкладывают одинаковый смысл в одно и то же слово. Разработка этого направления теории размытых множеств дала толчок исследованиям стилей познания и их влияния на процесс моделирования. Столкнувшись со сложными и неясными проблемами, люди пытаются найти их решения. Кому-то это удастся лучше, кому-то — хуже. Отличаются стили, отличаются и результаты. Тем не менее человек как система действительно работает в условиях сложного и плохо определенного окружения. Разработка исчисления для лингвистических переменных может оказаться весьма полезной для моделирования стилей познания.

Отсюда следует, что стиль познания будет оказывать заметное влияние на процесс построения модели и ее определение во всех сложных и неясных случаях. Таким образом, различные стили могут привести к созданию совершенно разных моделей одного и того же явления. Кроме того, как мы отмечаем в гл. 4 и 15, некоторые стили познания больше подходят для решения определенных задач, чем другие. Говоря иначе: познавательные стили могут оказывать влияние на характеристику функции принадлежности размытых множеств. Основная предпосылка состоит в том, что разные стили познания проявляют существенно отличающиеся функции принадлежности, которые, по сути, отражают различия значений одних и тех же слов естественного языка. Это может привести к созданию различных моделей нечетко определенных проблем и к разным решениям.

Системы ценностей

Из всех факторов, влияющих на миропонимание человека, главным является система ценностей. Это, безусловно, верно для социальных систем и связанных с ними проблем, которые нас интересуют.

В таких системах мы сталкиваемся с многочисленными противоречащими друг другу задачами и целями. Индивидуальные и коллективные ценности заложены в модель принятия решений в виде целей, выбранных критериев работы, а также накладываемых ограничений.

На первый взгляд может показаться, что теорию ценностей, оценку отношений и измерение ценностей, которые необходимы для того, чтобы сформулировать цели, критерии и ограничения мягких систем и связанных с ними проблем, нельзя выразить в математических терминах [43]. Однако эти области можно исследовать, используя размытые множества. Применение теории размытых множеств, особенно для исчисления лингвистических переменных, указывает на возможность ее использования для представления различных ценностей. Формально представляя с помощью лингвистических переменных неточность в модели, можно выразить ценности более правильно, чем если в какой-то мере произвольно представлять их одним числом, как это требуется в традиционных моделях.

Исходя из предпосылки, что система ценностей лиц, создающих модель, отражена в целях и ограничениях модели, мы, хотя и допускаем в модели неточность, связанную с использованием лингвистических переменных, но тем не менее достигаем сравнимости оценок. Иными словами, два человека могут использовать несколько отличающиеся термины или модификации, имея в виду одно и то же. И наоборот, люди могут пользоваться одинаковыми словами, но вкладывать в них разный смысл.

Например, два администратора могут заявить, что цель их компаний получить прибыль около 10% при ограничении, что число рабочих и служащих останется примерно тем же или увеличится. При этом их понимание слов «около 10%» и «примерно тем же» может различаться. Для одного выражение «около 10%» может означать диапазон значений 7—12%, а «примерно тем же» — отклонение в сторону уменьшения порядка 5—10%. Второй может иметь при этом в виду соответственно $10 \pm 1\%$ и изменения занятости на 1—2%. Безусловно, решения, принятые администраторами для достижения поставленных целей, будут различными.

Короче говоря, дальнейшее развитие теории размытых множеств и ее использование для моделирования сложных систем позволят лучше понять сравнимость или (и) расхождение систем ценностей, заложенных в различных моделях одной и той же системы. Можно предположить, что эти модели также определяют область возможного компромисса и дальнейшего согласования ценностей.

Системы познания

Выбор системы познания при принятии решений означает использование методов и процедур получения знаний и установления истины. За последние 400 лет происходила стремительная эволюция мышления и философии — науки, которая

позволила объединить рационализм с его стремлением возведения в абсолют; релятивизм, включающий понятия вероятности и этической относительности, и элементы современного прагматизма [44].

Отправной точкой философии науки и рационализма Декарта является предпосылка, что ни одну идею нельзя считать истинной до тех пор, пока в ней кто-либо сомневается. Развитие классической науки началось с необходимости постулировать существование абсолютной истины. В течение двух веков — XVII и XVIII — наука и философия всячески старались доказать это. В XIX в. были признаны принципы относительной истины и вероятности, что, безусловно, сделало понятие абсолюта по Декарту спорным. Принципу абсолютной истины был нанесен еще один удар с постулированием принципа дуализма. Такое развитие науки было вызвано невозможностью объяснить строение материи с использованием только одной теории. Так появилась модель, учитывающая такой «дуализм»: волновые и корпускулярные свойства материи. «Двузначная» логика стала «трехзначной». Утверждения теперь могли быть или истинными, или ложными, или неопределенными. Эта логика оказалась очень полезной в квантовой механике. В логике вероятностей неопределенное положение получило название *принципа индифферентности* или «безразличия» [45].

Эти уточнения, однако, не исключают того, что логика могла бы быть свободной от противоречий. Изучение противоречий, или «антиномий», привело к формальному изучению метаязыков и к семантике [45]. В определенной степени можно считать, что теория размытых множеств появилась благодаря всем этим попыткам найти точный метаязык для выражения неясности. Можно также полагать, что новая логика приведет к новой гносеологии. Понятие истины получило новое определение и стало более подходящим для области мягких систем. Таким образом, развитие научной мысли и научной философии шло от *абсолютной истины* к *относительной истине* и к *размытой истине*. Можно утверждать, что теория размытых множеств представляется весьма подходящей для определения неточности в области «неточных» наук и для удовлетворения требования большей точности и строгости при проектировании систем, особенно в случаях, когда проблемы возникают при попытке количественно определить неясность. Эта теория может сыграть важную роль в системной парадигме.

Выводы

Рассмотрение перспектив применения научного метода и изучение научной парадигмы приводят к выводу, что от них

не следует отказываться, скорее следует усовершенствовать, приспособить и дополнить научный метод так, чтобы его можно было использовать в специфичной области мягких систем.

Есть люди, для которых «идея о существовании науки о человеке или человеческом обществе является несостоятельной» и которые считают, что «поведение нельзя объяснить, используя методологию, заимствованную из физических наук». По их мнению, «нужны... не измерения, эксперименты, прогнозы, формальная аргументация, а оценка, подробное описание, размышление и риторика... Действия людей следует оценивать с точки зрения правильности и соответствия того, что люди пытались сделать и чего достигли в каждом отдельном случае. Они связаны скорее с этикой, а не с причинными и статистическими «исчислениями», характерными для пространственно-временных рамок физических наук. Применяемые методы ближе к размышлениям и суждениям, принятым в юриспруденции, чем к физическим гипотезам и экспериментам» [46].

Хотя мы признаем, что области социальных систем и общественных наук во многих отношениях отличаются от области физических систем, тем не менее мы утверждаем, что развитие общей теории систем, и в частности теории мягких систем и системного подхода, идет по пути установления регулярности событий и использования обобщений, теорий и законов при рассмотрении частных случаев. Применение научного метода не исключает «морального познания», с помощью которого действия людей можно объяснять, исходя из их системы ценностей. Мы считаем, что следует использовать как методологию научного метода, соответствующим образом усовершенствованную и приспособленную для областей мягких систем, так и «методы объяснения», в основу которых положены такие факторы, как «желания, тревоги, удовлетворение и боль людей». «Содержанием науки являются человек и человеческое общество...» [47].

Мы хотели бы дополнить «техническую рациональность» научного метода «социальной, политической, экономической» и, если необходимо, «этической рациональностью», чтобы объяснять и прогнозировать действия людей. Чеклэнд, сравнивая научную и системную парадигмы замечает, что «они дополняют друг друга» [48]. Утверждение, что обе парадигмы могут сосуществовать и составить одно целое в рамках науки, не несет в себе противоречия. Кроме того, мы полагаем, что новые подходы, такие, как теория катастроф и теория размытых множеств, могут и будут развиваться и окажутся наиболее подходящими для области мягких систем. Исследованы далеко не все возможности этих двух методов, которые для будущего развития общественных наук могут дать многое.

Приложение ¹⁾

Основные понятия, используемые в теории размытых множеств

Настоящее приложение не является полным введением в теорию размытых множеств. Здесь изложены только математические основы этой теории, т. е. этот материал является дополнением к разделу книги о размытых множествах. Хотелось бы еще раз подчеркнуть, что теория размытых множеств использует точные формулировки. С помощью этой теории представляют размытость (неясность, неточность) строго математически.

1. Пусть X есть множество элементов (объектов), где x представляет порождающий элемент X , т. е. $X = \{x\}$. Тогда размытое множество A в X есть множество упорядоченных пар $\{(x, \mu_A(x))\}$, где $\mu_A(x)$ называется функцией принадлежности A , а μ_A определяется как

$$\mu_A : X \rightarrow [0, 1].$$

μ_A указывает степень принадлежности x к размытому множеству A .

Теперь мы представим определения ряда основных операций.

2. Размытое множество A содержится в размытом множестве B ($A \subset B$) тогда и только тогда, когда $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$ для всех x .

3. Пересечение размытых множеств A и B ($A \cap B$) определяется как наименьшее размытое множество, содержащееся и в A , и в B :

$$A \cap B = \{(x, \mu_{A \cap B}(x))\},$$

где $\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$.

4. Объединение размытых множеств A и B ($A \cup B$) определяется как наибольшее размытое множество, содержащее и A , и B :

$$A \cup B = \{(x, \mu_{A \cup B}(x))\},$$

где $\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$.

5. Размытое множество B считается дополнением A тогда и только тогда, когда

$$\mu_B(x) = 1 - \mu_A(x) \text{ для всех } x.$$

Заметим, что определения 3 и 4 тесно связаны с логическими операциями И и ИЛИ. Авторы работы [49] указывают, что

¹⁾ Это приложение написано д-ром Л. Л. Пиппино из Школы коммерции и управления (Калифорнийский университет, Сакраменто).

«число $\mu_A(x)$ имеет естественную интерпретацию как наша степень принятия утверждения „ x является членом A “ и, таким образом, как „значение истинности“, связанное с этим утверждением».

Рассмотрим следующий простой пример пересечения.

Допустим, что размытое множество «высокий» характеризуется множеством пар:

$$A = \{(x, \mu_A(x))\} = \{(127; 0), (139; 0,2), \\ (150; 0,7), (163; 0,95), (175; 1)\},$$

где x — рост в сантиметрах и $\mu_A(x)$ — значение функции принадлежности.

Пусть B — размытое множество «невысокий», где

$$\mu_B = 1 - \mu_A \text{ и } B = \{(127; 1), (139; 0,8), (150; 0,3), \\ (163; 0,05), (175; 0)\}.$$

Тогда пересечение A и B выглядит следующим образом:

$$A \cap B = \{(127; 0), (139; 0,2), (150; 0,3), (163; 0,05), (175; 0)\},$$

где каждая пара получена с помощью определения 3. Например,

$$\mu_{A \cap B}(150) = \min(\mu_A(150), \mu_B(150)) = \min(0,7; 0,3) = 0,3.$$

Заметим, что если в нашем представлении множеств «высокий» и «невысокий» мы используем обычный подход двузначной логики, то пересечение в этом случае будет пустым множеством. В случае размытых множеств имеются элементы, которые принадлежат в какой-то степени и к множеству «высокий», и к множеству «невысокий».

6. Необходимо кратко упомянуть в этом приложении еще об одном понятии. Мы имеем в виду понятие лингвистической переменной. По определению Заде, лингвистические переменные — это «переменные, значение которых выражено не числами, а словами или предложениями естественного или искусственного языка» [50]. Так, высота является лингвистической переменной, если ее значения выражаются такими словами, как высокий, очень высокий, более или менее высокий, низкий, очень низкий, чрезвычайно низкий и т. п. Отметим, что значение каждого слова представляет собой метку или название размытого множества, которое в свою очередь можно охарактеризовать преобразованием функции принадлежности, используя отображение множества значений роста в сантиметрах в нормированном интервале $[0, 1]$.

Более подробно с понятием лингвистической переменной и работами в этой области читатель может ознакомиться, обратившись к приведенной литературе, из которой хотелось бы выделить работы, упомянутые в п. [51].

ЛИТЕРАТУРА

1. Helmer O., Rescher N., On the Epistemology of the Inexact Sciences, *Management Science*, 6, 1 (October 1959). См. также Rescher N., *Scientific Explanation*, New York, Free Press, 1970.
2. См. п. 1, с. 51.
3. Churchman C. W., Prediction and Optional Decision, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1961, ch. 11, p. 293.
4. Webster's Seventh New Collegiate Dictionary, Springfield, Mass., Merriam, 1967; Roget P. M., Thesaurus of English Words and Phrases, London, Longmans, 1936.
5. Savage L. J., The Foundations of Statistics, New York, Wiley, 1954.
6. Schlaifer R., Probability and Statistics for Business Decisions, New York, McGraw-Hill, 1959.
7. Martin J. J., Bayesian Decision Problems and Markov Chains, New York, Wiley, 1967.
8. Newman J. W., Management Applications of Decision Theory, New York, Harper & Row, 1971.
9. Morgan B. W., An Introduction to Bayesian Statistical Decision Processes, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1968.
10. Winkler R. L., An Introduction to Bayesian Inference and Decision, New York, Holt, Rinehart and Winston, 1972.
11. См. п. 1, с. 57.
12. Simon H., The Shape of Automation for Men and Management, New York, Harper & Row, 1965, pp. 58—59.
13. Beer S., Brain of the Firm, New York, Herder and Herder, 1972, p. 71.
14. Kuehn A. A., Hamburger M. J., A Heuristic Program for Locating Warehouses, *Management Science*, 9, 4, 643—667 (July 1963).
15. Wiest J. D., Some Properties of Schedules for Large Projects with Limited Resources, *Operations Research*, 12, 3, 395—418 (May—June 1964); Wiest J. D., A Heuristic Model for Scheduling Large Projects with Limited Resources, *Management Science*, 13, 6, B-359—B-377 (February 1967); Woodworth B. M., Willie C. J., A Heuristic Algorithm for Resource Leveling in Multi-Project, Multi-Resource Scheduling, *Decision Sciences*, 6, 3, 525—540 (July 1975).
16. Gere W. S., Jr., Heuristics in Job Shop Scheduling, *Management Science*, 13, 3, 167—187 (November 1966).
17. Ferreira R., A Heuristic Program of the Operation of a Large Water Project, частное сообщение, March 21, 1971.
18. Hinkle C. L., Kuehn A. A., Heuristic Models: Mapping the Maze for Management, *California Management Review*, 10, 1, 59—68 (Fall 1967).
19. Newell A., Simon H. A., Human Problem Solving, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1972; Arbib M. A., The Metaphorical Brain, New York, Wiley, 1972.
20. Понятие «полезность» введено в гл. 7.
21. Luce R., Raiffa H., Games and Decisions, New York, Wiley, 1957; Raiffa H., Decision Analysis, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1968. [Имеется перевод: Льюис Р. Д., Райфа Х. Игры и решения. — М.: ИЛ, 1961.]
22. Churchman C. W., Auerback L., Sadan S., Thinking for Decisions Deductive Quantitative Methods, Palo Alto, Calif., Science Research Associates, 1975.

23. См. п. 1, с. 69.
24. Van Gigch J. P., *Applied General Systems Theory* (1st ed.), New York, Harper & Row, 1974, pp. 152—153.
25. Thom R., *Stabilité Structurale et Morphogenèse: Essai d'Une Théorie Générale des Modèles*, Mathematical Physics Monographs, No. 17, New York, Benjamin, 1973.
26. Zeeman E. C., *Catastrophe Theory*, *Scientific American*, 65—83 (April 1976).
27. Там же, рис. 9.2. С разрешения *Scientific American*, Inc.
28. Там же, с. 75.
29. Milsum J. H., *Technosphere, Biosphere and Sociosphere*, General Systems, 13, 37—48 (1968); Stevens S. S., *Measurement, Psychophysics and Utility*, in C. W. Churchman, P. Ratoosh (eds.), *Measurement: Definitions and Theories*, New York, Wiley, 1957; Churchman, Ratoosh, Gumbel, *Measurement of Rare Events*, pp. 204—217; Sokal R., *Classification, Purposes, Principles, Progress and Prospects*, *Science*, 185, 4157, 1115 (September 27, 1974). Автор статьи указывает два типа классификаций: монотетический (по одному базовому признаку) и политетический (по многим признакам).
30. Verma R. R., *Vagueness and the Principle of Excluded Middle*, *Mind*, 79, 70 (1970).
31. Zadeh L. A., *Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes*, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, SMC-3, 28—44 (January 1973).
32. Beer S., *Brain of the Firm*, New York, Herder and Herder, 1972; Beer S., *The World We Manage*, *Behavioral Science*, 18, 198—209 (1972); Beer S., *Platform for Change*, New York, Wiley, 1975.
33. Zadeh L. A., *Fuzzy Sets*, *Information and Control*, 8, 338—353 (June 1965).
34. Bellman R., Giertz M., *On the Analytical Formalism of the Theory of Fuzzy Sets*, *Information Sciences*, 5, 151 (1973).
35. Pipino L. L., *The Application of Fuzzy Sets to System Diagnosis and the Design of Conceptual Diagnosis Procedure*, Doctoral Dissertation, University of Massachusetts, Amherst, 1975.
36. Kochen M., *Applications of Fuzzy Sets in Psychology*, in L. A. Zadeh, King-Sun Fu, Kokichi Tanaka, Masamichi Shimura (eds.), *Fuzzy Sets and Their Applications to Cognitive and Decision Processes*, New York, Academic Press, 1975.
37. Hersh H. M., Caramazza A., *A Fuzzy Set Approach to Modifiers and Vagueness in Natural Language*, *Journal of Experimental Psychology, General*, 105, 254—276 (1976).
38. Van Gigch J. P., Pipino L. L., *Fuzzy Sets and Decision Making in the Inexact Sciences, The General Systems Paradigm: Science of Change and Change of Science*, Proceedings of the 1977 Annual Conference of the Society for General Systems Research, Denver, Colo., February 1977.
39. См. п. 1, с. 50—52.
40. Beer S., *The World We Manage*, см. п. 32.
41. Kefalas A. G., *The Environmental Invariant: The Death of Surrogates*, *General Systems*, 19, 155—163 (1974).
42. Zadeh L. A., *The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning I & II*, *Information Sciences*, 8, 199—249, 301—357 (1975).
43. Rittel H. W. J., Webber M. M., *Dilemmas in a General Theory of Planning*, *Policy Sciences*, 4, 155—169 (1973).
44. Reichenbach H., *The Rise of Scientific Philosophy*, Berkeley, Los Angeles, University of California Press, 1963, p. 321.
45. Там же, с. 189, 235.
46. Louch A. R., *Explanation and Human Action*, Berkeley, Los Angeles, University of California Press, 1966, pp. vii, Introduction, 38, 233.

47. Vickers G., Value Systems and Social Process, Middlesex, England, Penguin, 1970, pp. 184, 214.
48. Checkland P. B., Science and the Systems Paradigm, *International Journal of General Systems*, 3, 2, 127—134 (1976).
49. См. п. 34.
50. См. п. 42.
51. См. п. 33, 37, 42; Bellman R., Zadeh L. A., Decision Making in a Fuzzy Environment, *Management Science*, 17, B-141 — B-164 (1970).
52. Создание новой теории из данных, систематически получаемых в ходе текущих исследований, приобретает все большее распространение, что следует из таких работ, как Glaser B. G., Strauss A. L., The Discovery of Grounded Theory, Chicago, Aldine, 1967.

Глава 10

СОЦИАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И КАЧЕСТВО ЖИЗНИ

Введение

В начальных разделах этой главы описываются проблемы, связанные с измерением 1) валового национального продукта; 2) производительности труда; 3) бедности и 4) преступности и правонарушений.

Затем мы рассмотрим, какие успехи были сделаны в определении социальных показателей и понятия «качество жизни». Эти усилия являются свидетельством новых попыток оценить выходы и работу социальных систем. Мы также обсудим, каким требованиям должны отвечать измерения в этих областях, чтобы они отражали реальность и были достоверными.

Проблемы измерений, возникающие в некоторых областях

Измерение валового национального продукта ¹⁾

Недавно в газетной статье были отмечены негативные стороны использования такого важного экономического показателя, как валовой национальный продукт. По определению министерства торговли, валовой национальный продукт — это «рыночная стоимость товаров и услуг, производимых национальной экономикой (как частным, так и государственным сектором)». Если до самого недавнего времени валовой национальный продукт превозносился как один из символов успеха нации, то теперь «его все чаще считают обманчивым и даже позорным индикатором того, что с Америкой не все в порядке.. Критики говорят, что валовой национальный продукт позволяет благодушно полагать, что все хорошо и жизнь улучшается, когда в действительности положение дел становится угрожающим». Ответственный работник Федеральной резервной системы

¹⁾ Я признателен Дж. Ризентелеру из Калифорнийского университета (Сакраменто) за его помощь в подготовке этого раздела.

сказал: «Я, безусловно, присоединяюсь к новому поколению, которое прежде всего считает необходимым улучшить окружающую среду, [и] хотел бы, чтобы при подсчете валового продукта во внимание принимался нанесенный ей ущерб» [1].

Вступление в должность президента США Кеннеди в 1961 г. положило начало новой эре социального развития. Его мозговой трест, состоявший из экономистов, последователей Кейнса, нарисовал мрачную картину экономики, в которой действительный рост валового продукта оказался ниже теоретически возможного. Чтобы обеспечить выполнение планов правительства по улучшению социальных показателей, считали совершенно необходимым как можно скорее увеличить валовой продукт, даже если это приведет к таким последствиям, как инфляция. Это пример неоправданной веры со стороны руководителей государства в валовой продукт как в оценку.

Такая вера в валовой национальный продукт как в основной показатель — некий стандарт, ориентируясь на который разрабатывалась политика, принимались решения и измерялся уровень национального благосостояния, привела ко многим неразумным действиям в национальном масштабе. Валовой национальный продукт стал прямой мерой успеха, роста и даже прогресса нации. Подразумевается, что если бы всего было больше (чем больше пирог, тем больше кусок пирога), то многие, если не все социальные проблемы в Соединенных Штатах были бы разрешены. Разве не принято считать, что, чем больше у всех денег и чем больше связанное с ними потребление, тем счастливее будут все? Здесь использование валового национального продукта как меры благосостояния слишком прямолинейно. Даже если каждый будет работать не покладая рук, чтобы валовой продукт возрастал с максимально возможной скоростью, это мало кому поможет, если темпы роста населения сравнимы с темпами роста валового продукта. Значительно лучшим показателем является валовой доход на душу населения, однако им редко пользуются при широком обсуждении этих проблем.

Часто сравнивают темпы роста валового продукта различных стран мира. Правительства тех стран, где этот показатель выше, хвалят за умелое руководство и мудрость. Но это справедливо лишь отчасти. Такого рода сравнения не учитывают различий в методах подсчета, экономическую структуру и культурные традиции стран. Означает ли 10%-ный темп роста валового продукта для Японии (где транспортные затраты невелики и большую часть валового продукта дает обрабатывающая промышленность со сравнительно высокой производительностью труда), что японское правительство лучше руководит, чем американское правительство? Можно ли сравнивать 10%-ный

темпа роста для Японии с 3—4% для Соединенных Штатов, где доля сектора услуг, имеющего низкую производительность, сравнительно велика. Сравнения такого рода в лучшем случае имеют ограниченную ценность.

Ограниченность валового национального продукта как показателя благосостояния

Валовой продукт никоим образом нельзя считать точным (учитывающим все факторы) показателем. Например, покупка подержанного автомобиля радует покупателя, однако она не учитывается при подсчете национального дохода, так как ничего не добавляет к существующим материальным ценностям. Точно так же работа домашних хозяек, другие виды работы по дому, самообразование вносят значительный вклад в национальное богатство и приносят большую пользу и удовлетворение. Однако, поскольку они не имеют рыночной стоимости, их не включают в объем валового продукта. Валовой продукт нельзя считать действительной мерой истинного богатства, особенно если учесть, что истинное богатство страны заключается в богатстве людей. В США в настоящее время богатство измеряется лишь косвенным образом, как поток услуг в форме дохода [2].

Пожалуй, самое распространенное упущение имеет место на всех уровнях агрегирования и разбиения статистических данных по национальному доходу. Это упущение можно проследить на стадии записей в бухгалтерские книги почти всех фирм; оно является следствием общепринятой бухгалтерской практики заносить в книги затраты и цены лишь самой фирмы. Последняя, руководствуясь соображениями о рентабельности производства, сокращает свои затраты без учета того, какое влияние это окажет на потери общества. Выгода, полученная благодаря производственным процессам, может нанести вред обществу в целом, если при этом происходит, например, загрязнение окружающей среды. Таким образом, часть издержек производства перекладывается на общество, а это фактически ведет к перераспределению доходов. Потребитель платит меньшую цену, а фирма получает большую прибыль, чем следует, так как покупная цена товара не отражает всех действительных издержек производства. Обществу в целом и людям, которых непосредственно коснулось загрязнение, соответственно нанесен ущерб. Из валового национального продукта следует вычесть стоимость этих общественных издержек, которые обычно не имеют рыночной цены [3, 4]. В действительности, когда тратятся денежные средства, чтобы ликвидировать последствия общественных издержек, например на очистку городской

сети водоснабжения после того, как промышленные стоки сделали питьевую воду непригодной для использования, доля правительственных расходов в валовом продукте увеличивается ровно настолько, сколько понадобилось, чтобы восполнить общественные потери! Это, безусловно, снижает значимость валового национального продукта как истинной меры национального богатства и процветания.

Таким образом, для всей экономики характерно явление общественных издержек, которые не перекладываются на потребителя, покупающего тот самый товар, производство которого и привело к общественным издержкам. Так как цены являются основными статистическими данными, которые в экономике определяют решения, принимаемые людьми, фирмами и правительствами, искажение цен может привести к неправильному распределению ресурсов.

Участие правительства в экономической деятельности — еще один фактор, влияющий на распределение ресурсов и в конечном счете на валовой продукт. Когда речь идет об автомобильном и других видах транспорта, то общественные издержки и выгоды не являются лишь следствием действий частного предприятия, стремящегося снизить свои издержки. Представление об издержках искажается из-за действий правительства, таких, как управление, регулирование и субсидирование. Истинные издержки на различные виды транспорта потребителю неизвестны. Он не может сделать рационального выбора из имеющихся возможностей. Транспортные фирмы также не всегда могут сделать правильный экономический выбор. В результате ресурсы, направляемые в эту отрасль, распределяются неправильно. Это оказывает прямое или косвенное влияние на многие отрасли экономики. Благие усилия правительства в других сферах имеют аналогичные последствия. Так, вложение субсидий в сельское хозяйство и оборонную промышленность являются примерами субоптимального использования и распределения ресурсов, которые не отражены при измерении валового национального продукта.

Валовой национальный продукт и социальные ценности

Ясно, что валовой национальный продукт не дает надлежащего представления о качестве жизни. Должен ли валовой продукт отражать различия в жизни отдельных людей? Как отнесется человек, который раньше работал на ферме, к своей новой работе на сборочном конвейере, управляемом ЭВМ? Такие вопросы приобретают особое значение теперь, когда многие люди имеют больше свободного времени и возможностей

хорошо его провести. Существует также значительная часть населения, которую можно назвать «обездоленной». Некоторые из этих людей относятся к категории бедных, другие вполне обеспечены материально, но во всех других отношениях они несчастны и недовольны своей судьбой. Благополучие отдельного человека вряд ли отражено в такой совокупности, как валовой национальный продукт [5].

Цифры валового национального дохода можно представить таким образом, что в них не будет проявляться влияние денежной инфляции, и их можно выразить в постоянных ценах. Однако, как указано в работе [6], денежная инфляция — это еще не все. «Когда вещей все больше и больше, когда вещи переходят из рук в руки все быстрее и быстрее, они стоят все меньше и меньше». Двадцатый век характеризуется не только денежной инфляцией, но также «инфляцией богатства, производства, людей, общества, умов, слов, общения» [6].

В период после второй мировой войны стандартизованная массовая продукция, широкий кредит и, кроме того, увеличение реальной заработной платы позволили большому числу людей приобрести огромное количество товаров. Инфляция количества товаров сказалась на их качестве. Анализируя валовой продукт, «нельзя сказать, растет ли доля сектора услуг в валовом продукте по той причине, что все больше людей с благодарностью оплачивают улучшившееся медицинское обслуживание, или потому, что все больше недовольных домовладельцев по многу раз несут расходы по ремонту различной некачественной аппаратуры» [7]. «Исчезновение индивидуального мастерства» сопровождалось «некоторым трудно уловимым изменением в отношении к собственности... Согласно опубликованным данным, к 1960 г. большее, чем когда-либо раньше, число американцев владели домами и автомашинами. В действительности же дома снимали, а автомобили брали напрокат; впоследствии от них отказывались — чувство собственности угасало... Потребление товаров стало значительно более распространенным и важным моментом, чем владение им» [8]. Изменение жизненного уклада привело к росту сектора услуг и увеличило значение развлечений, каникул, отдыха и занятий в свободное время.

Валовой национальный продукт как экономический показатель не отражает происходящих изменений в социальных ценностях, в частности растущего предпочтения, которое люди, по-видимому, отдают качеству жизни перед простым изобилием товаров. Если это так, то валовой национальный продукт необходимо дополнить социальными статистическими данными или социальными показателями, которые помогут лицам, принимающим

решения на уровне правительства, лучше удовлетворять запросы и нужды людей¹⁾.

Измерение производительности труда

Проблема измерения производительности труда аналогична проблеме измерения валового национального продукта и связана с ней. Гейнес так описывает эту проблему²⁾.

Экономисты хорошо знают, что все экономические данные, которые подвергаются тщательному анализу, представляют собой всего лишь оценки, нередко содержащие серьезные ошибки. Но наибольшая подверженность ошибкам свойственна широко используемым статистическим данным относительно выпуска продукции за один человеко-час. И это несмотря на все попытки найти наилучший возможный метод оценки.

Чтобы оценить выпуск продукции в человеко-часах для экономики в целом и ее различных отраслей, необходимо располагать надежными статистическими данными по валовому продукту данной отрасли промышленности, ценам, в которых продукт был выражен (продукт обычно оценивают в долларах, и, чтобы установить объем реального продукта, необходимо сделать поправку на инфляцию), и знать общее количество человеко-часов, затраченных в каждой отрасли. Получение этих данных связано с невероятными трудностями.

Рассмотрим проблему измерения валового продукта по отраслям. Более одной пятой валового национального продукта обеспечивают правительственные службы, но как измерить «выпуск продукции» администрацией разного уровня (федеральной, штатной, местной), если не в реально затраченных долларах?

Для большинства людей, работающих в этом секторе, принят нулевой фактор роста производительности труда. Еще 25% валового национального продукта приходится на сферу услуг. Как можно измерить с какой-либо приемлемой степенью точности работу врачей, парикмахеров, тех, кто занимается ремонтом, и др.? Для многих служб фактор роста производительности труда также будет нулевым. Затраты на эксплуатацию жилых и административных зданий сейчас составляют ~65 млрд долл, или 7% валового национального продукта, — это еще одна отрасль, где трудно измерить реальный продукт и где предполагается нулевой рост производительности.

Отсутствие простого подхода

Даже в сфере производства, где можно было бы предположить, что валовой продукт сравнительно легко измерить, проблемы остаются невероятно сложными. Большое многообразие типов, размеров и качества любого отдельного продукта, выпускаемого одной отраслью или даже одной компанией, обычно делает простой метод подсчета единиц выпускаемой продукции неприемлемым — старая задача сложения яблок с апельсинами. В ежегодных оценках выпуска продукции в человеко-часах стоимость в долларах по существушему курсу пересчитывается с учетом соответствующего индекса цен. Но, как отмечается ниже, индексам цен, несмотря на все усилия сделать их как можно совершеннее, все еще свойствен ряд недостатков.

¹⁾ Опираясь показателем валового национального продукта и его влиянием на качество жизни, автор, не говоря уже о расплывчатости этих определений, совершенно обходит вопрос о распределении валового национального продукта, точнее, о распределении национального дохода — *Прим ред*

²⁾ Gaines T., *Economic Report: Productivity and Statistics*, © 1970. (С разрешения Manufacturers Hanover Trust Company, New York.)

Наконец, существует проблема того, какую часть увеличения выпуска продукции в человеко-часах в какой-либо отрасли промышленности следует приписывать самой отрасли, а какую часть следует считать результатом развития других отраслей. Например, введение машинной обработки данных существенно повлияло на производительность во многих отраслях. И хотя этот фактор не имеет значения, когда мы пытаемся измерить производительность труда для экономики в целом, он важен, когда мы хотим установить, какие отрасли экономики внесли наибольший вклад в увеличение производительности труда.

Для оценки производительности нужны такие статистические данные, как преysкуранты, которые используются для того, чтобы привести в соответствие стоимость продукта, созданного экономикой в целом, и отдельными отраслями. Одна из самых известных проблем, связанных с преysкурами, состоит в том, чтобы учесть различия в качестве продукта по прошествии времени. Как пример ухудшения качества обслуживания можно привести пригородное железнодорожное сообщение. Однако более общая проблема состоит в том, чтобы соответствующим образом отразить улучшение качества товаров и услуг. Здесь хорошим примером может служить такая отрасль, как автомобилестроение. В наши дни дешевые малолитражные машины во многих отношениях качественно превосходят дорогие автомобили, которые выпускались лет десять назад. Для сферы услуг вопрос качества становится еще более сложным. До недавнего времени семья имела одного врача, который оказывал все виды медицинской помощи. Теперь же обращаются к медицинским работникам — специалистам по отдельным болезням. В результате заметно возросла стоимость медицинского обслуживания, и, безусловно, улучшилось его качество.

Соотношение установленных и фактических цен

В связи с ценами возникает еще один щекотливый вопрос: действительно ли товар продается по установленным ценам? В такие периоды, как сейчас, когда производственные мощности используются не полностью, широко распространена скидка по сравнению с официальным преysкурами. Индекс оптовых цен не отражает никаких отклонений от преysкура, а индекс розничных цен не учитывает все сделки по снижению ценам.

Кроме того, необходимы статистические данные о человеко-часах, затраченных в экономике в целом и по отраслям. Существует два основных источника получения статистических данных о занятости рабочей силы. Первый — это ежемесячные опросы населения по месту жительства, в результате которых выводятся общее число работающих и неработающих. Вторым источником являются данные нанимателей о количестве работников, включенных в их платежные ведомости. Эти данные, как и большинство других экономических статистических данных, могут быть ошибочными, но конечные цифры обычно достаточно точные. Здесь возникает интересный вопрос. Цифры, полученные при выборочном опросе по месту жительства, должны показать количество действительно отработанных часов. А цифры, представляемые нанимателями, указывают количество оплаченных часов, включая отпуск, отпуски по болезни и т. д.

Если нас интересует производительность труда на рабочем месте, то соответствующей мерой должен быть действительный вклад рабочей силы. Если же нас больше интересует стоимость вклада рабочей силы, тогда нужны данные об оплаченных часах. Чаще всего пользуются данными о количестве действительно отработанных часов, но поскольку в оценки выпуска продукции вносятся поправки в соответствии с индексом цен, который отражает все затраты на рабочую силу, то, очевидно, лучше использовать данные о занятости.

Нам могут сказать, что нет оснований беспокоиться о достоверности данных по производительности труда больше, чем о достоверности всех других экономических статистических данных. К сожалению, это не так, поскольку

при объединении данных из разных источников ошибки могут складываться. В целом же растет тенденция недооценивать рост производительности труда.

Какой же вывод можно сделать относительно данных о производительности труда? Во-первых, очевидно, что если рассматривать достаточно продолжительный период времени, то можно говорить об улучшении благосостояния на душу населения, что предполагает увеличение продукции на затраченный человеко-час. Во-вторых, статистические данные о производительности труда следует рассматривать за несколько лет, так как изменения за год или за квартал могут не иметь особого значения. Наконец, нам представляется, что оценки производительности труда имели тенденцию приуменьшать темпы ее роста.

Более специально этот вопрос рассматривается в работах [9—11].

Измерение бедности

Трудности определения понятия «бедность» ¹⁾

Бедность — социальное явление. Как мы уже указывали в приложении к гл. 4, чтобы сформулировать действенную политику борьбы с бедностью, необходимо определить и измерить последнюю. Вот некоторые трудности, с которыми мы сталкиваемся при этом:

1. Бедность можно определить, пользуясь терминами «доход», «имущество», «коммунальное обслуживание», т. е. нельзя устанавливать уровни бедности, ограничиваясь лишь цифрами годового дохода [12].

2. Бедность нельзя определять только в терминах экономических показателей или материальной обеспеченности. Необходимо также учитывать возможности общества, позволяющие удовлетворять потребности его членов в свободном времени, знаниях, повышать качество жизни [13].

3. Установление прожиточного уровня определяется «ресурсами общества, борьбой бедных слоев населения за свое благополучие, политическими взглядами тех, кто определяет эти уровни» [14].

4. Минимальный прожиточный уровень нельзя выражать, пользуясь такими понятиями, как «корзины с товарами» или

¹⁾ Рассуждения автора о трудностях определения понятия бедности и ее количественного измерения основываются на социологическом подходе, тяготеющем к натуралистической концепции. Однако необходимо раскрыть сущность этого явления как продукта определенного типа производственных отношений и способа производства в целом. Научный социально-экономический и социально-политический анализ этой проблемы возможен лишь на основе материалистического понимания истории. Иные подходы и связанные с ними объяснения и «программы борьбы с бедностью», в частности программы так называемого рационального распределения общественного богатства, утопичны. Они в конечном счете маскируют противоречия капиталистического общества, следствием которых являются социально-экономическое неравенство, нищета, безработица. По данному вопросу см., например, Социология и проблемы социального развития. — М.: Наука, 1978. — *Прим. ред.*

оказываемые услуги. Необходимо также учитывать образование, условия работы, возможность получения работы, совокупное потребление и сбережения [14].

5. Разные стандарты характерны для жизни горожан, фермеров, одиноких и семейных, молодых и пожилых и т. д. [15].

В свете вышеизложенного социологи не могут договориться о том, как определять понятие «бедность», не говоря уже о том, что они не могут выработать программу распределения ресурсов для уменьшения числа бедняков [16].

До тех пор пока понятие не определено, проведение измерений невозможно. Давайте примем на время упрощенное определение бедности, взяв за основу число людей, обеспеченных выше или ниже «уровня семейного дохода», или границы бедности; при этом годовой доход будет служить как стандарт, показывающий положение семьи. Напомним, что эффективность использования некоторого объекта как стандарта зависит от того, насколько хорошо мы понимаем его свойства и в какой мере мы можем прогнозировать его поведение в условиях, отличных от стандартных. Совершенно очевидно, что низкий годовой доход сам по себе не может полностью объяснять бедность. Вот почему, как мы предлагали выше, определение должно включать имущество и получаемые коммунальные услуги. Годовой доход — плохой критерий, если не учитывать различий между фермерами и горожанами, региональных различий, семейного положения, возрастных категорий, состояния здоровья и др. Если при определении стандарта не принимать во внимание все эти переменные, то нельзя прогнозировать поведение промежуточной группы, от которой мы будем отсчитывать категории бедных и небедных.

Определение бедности и классифицирование бедняков ¹⁾

Бюро переписи сообщило, что число «бедняков» в США сократилось за год на 2 млн. человек.

Эти статистические данные кажутся весьма благоприятными. Бедность, по всей видимости, неуклонно снижается: число бедняков за год уменьшилось на 2 млн., а с 1964 г. оно сократилось на 11 млн. человек. В тот год был принят закон о равных экономических возможностях, но, как писала одна газета, «эксперты согласны, что главной причиной [этого сокращения] является бум в экономике, а не программа правительства борьбы с бедностью».

И все же, когда задумаешься над этими цифрами, возникает чувство нереальности. Для того чтобы учесть инфляцию, эти данные получали исходя из нового определения, которое установило границу бедности для 1968 г. равной 3553 долл. годового дохода для семьи из четырех человек, живущей не на ферме, по сравнению с прежними 3335 долл. Если бы эта новая граница бедности не увеличила ряды бедных на многие тысячи, вероятно, общие

¹⁾ Pigeonholing the Poor (27 августа 1969). (С разрешения *Wall Street Journal*.)

цифры, показывающие сокращение числа бедных, были бы еще более впечатляющими.

Кто же эти тысячи? Что они делали в тот день, когда по декрету правительства их извели из низшего среднего класса в категорию бедных? Считают ли они себя теперь, когда принято «новое определение», беднее, чем раньше?

Такие вопросы могут показаться несколько странными, но по своей сути они совершенно справедливы. Бедность — очень сложная проблема; это вопрос не только денег, но и психологии и того, кем себя считают сами люди. (Мы вспоминаем, как работник патронажа жаловался, что ему не удалось выявить «всех бедняков» в районе, который, по всей видимости, был бедным, так как гордые жители этого района отказывались от помощи.) В любом случае роль правительства в борьбе с бедностью не совсем ясна и, возможно, очень ограничена¹⁾.

Таким образом, хотя экономический рост сам по себе является, по-видимому, эффективным средством борьбы с бедностью, наши опасения относительно существующего подхода к помощи беднякам и исправления других форм социального зла усиливаются. Какими бы благими намерениями ни руководствовало правительство, если оно пытается свести сложную, неясную проблему к точной статистике — записи людей в категорию бедняков без их ведома и согласия, — то оно лишь показывает свои ограниченные возможности.

Положения, рассмотренные в приведенной выше редакционной статье, справедливы и для наших дней. Вот заметка из местной газеты: *Сообщение из Вашингтона*. «Число бедных в Соединенных Штатах значительно ниже, чем упоминалось раньше, заявила бюджетная комиссия конгресса в субботу». В документе об эффективности правительственных программ по выплате пособий бюджетная комиссия конгресса пишет, что только ~5,4 млн. семей и одиноких (6,9% общего количества) имели покупательную способность ниже федерального уровня бедности за период 1975—1976 гг. Бюро по переписи заявило несколько месяцев назад, что почти вдвое больше семей и одиноких (10,5 млн., или 13,8% общего числа) находились в условиях ниже границы бедности в 1975 г. Официальный государственный стандарт бедности, который использовали в этих двух исследованиях, был установлен с поправкой на инфляцию и почти вдвое превысил цифру, определенную ранее для 1968 г. В 1975 г. границей бедности являлся годовой доход 5500 долл. для семьи из четырех человек, живущей не на ферме; она была выше для семей с большим числом членов и ниже для семей с меньшим числом членов; для одиноких

¹⁾ Сводить сложную проблему бедности к психологическому фактору в корне неверно. Бедность — социальное явление, объясняемое марксовской теорией накопления и современными факторами господства финансового капитала. И дело не в том, ясна или нет роль правительства в борьбе с бедностью, а в том, что правительство США, выражая интересы крупного монополистического капитала, не заинтересовано да и не может проводить в жизнь широко разрекламированную на Западе программу борьбы с бедностью, нищетой, инфляцией вследствие ее утопичности. — *Прим. ред.*

граница бедности выражалась числом 2800 долл. Расхождения между цифрами, сообщаемыми бюджетной комиссией конгресса и бюро по переписи, объяснялись пособиями, выплачиваемыми без обложения налогами, «в натуральной форме» различными государственными организациями семьям и одиноким. Таким образом, один росчерк пера — и люди, которые считали себя бедняками, теперь должны согласиться с тем, что их вернули в категорию обеспеченных. К сожалению, приходится признать, что и бюджетная комиссия конгресса, и бюро по переписи оперируют обобщенными цифрами и средними статистическими данными, далекими от определения реальной границы голода. Различные взгляды на проблему бедности изложены в приложении к гл. 4 и в гл. 15.

Измерение преступности и правонарушений

Недостатки системы сбора статистических данных по преступности ¹⁾

В последнее время наиболее достоверными статистическими данными по преступности являются данные, содержащиеся в докладах Федерального бюро расследований. Эти доклады включают «преступления, о которых сообщалось в полицию или о которых ей стало известно, а не только данные об арестах, судебных делах и приговорах». Упомянутые данные относятся к категории «наиболее важных неэкономических показателей».

Информация, отображенная в индексе преступности, выпускаемом ФБР, является выборочной, т. е. она не охватывает все виды преступлений. Этот индекс основан на данных, получаемых из полицейских управлений по семи видам преступлений: умышленное убийство, изнасилование, грабеж, разбой, кража со взломом, кража собственности стоимостью от 50 долл. и выше, кража автомобиля. Другие виды преступлений в индекс не включаются. Различные полицейские управления пытаются придерживаться определений, установленных ФБР, но между данными отдельных управлений и отдельных штатов не может не быть расхождения. В этом состоит одна из основных трудностей сбора информации.

Люди, читающие газеты, где данные, которым стараются придать сенсационный характер, печатают на видном месте, не всегда осознают ограниченный характер этих данных. Однако те, кто отвечает за их обработку, достаточно отчетливо понимают, что

¹⁾ В основу раздела положена работа Biderman A. D., *Social Indicators and Goals*, in Bauer R. A., *Social Indicators*, © 1966. (С разрешения American Academy of Arts and Sciences, Cambridge, Mass., MIT Press.)

...местные органы, занимающиеся расследованием преступлений и арестами, судебным преследованием и осуждением, многочисленны и по большей части автономны. Ни их деятельность, ни их методы регистрации данных прямо не контролируются... Так как местные органы отвечают за классификацию обобщенных данных, которые они затем направляют в центральное статистическое управление для обработки, и вследствие различных методов регистрации и обращения с преступниками, используемых этими многочисленными органами, поступающие сообщения существенно отличаются. Это означает, что у статистических данных о преступности отсутствует точность, столь необходимая для любого настоящего научного анализа данных...

Одна из проблем при интерпретации данных о преступности связана с тем, что не существует единого установленного метода регистрации преступлений в полицейских отделениях. Различные полицейские органы по-разному регистрируют такую информацию.

...Некоторые отделения значительно строже, чем другие, подходят к тому, что следует регистрировать... Имеются различия и в классификации преступлений... [17].

Таким образом, очевидно, что точного и последовательного метода измерения преступности нет, так как даже нельзя установить степень ошибки в полученных статистических данных. Цифры, которые публиковались в течение многих лет, ошибочно принимались общественностью и прессой за точное измерение преступности... В лучшем случае эти цифры являются грубым показателем числа определенных видов преступлений, зарегистрированных рядом автономных органов. Отсюда следует, что хорошо организованное полицейское отделение с разработанными методами регистрации регистрирует больше преступлений, чем полицейское отделение, не имеющее такой системы регистрации. Таким образом, складывается аномальное положение, когда в районах, где организация наблюдения за выполнением законов является наиболее эффективной, будет зарегистрировано наибольшее число преступлений. По мере того как растет уровень организации и подготовки личного состава полицейских отделений и повышается эффективность их работы, растет и число преступлений, о которых они сообщают в своих данных. Если цифры, характеризующие преступность, возрастают, то всегда возникает серьезный вопрос, говорят ли они о действительном росте преступлений или лишь о более эффективной работе соответствующих органов [18].

Различия в методах подготовки данных в том или ином полицейском органе или штате стали особенно очевидны, когда управление по контролю за выполнением законов США предложило стандартизировать данные об арестах с целью их ввода в ЭВМ, чтобы облегчить к ним доступ [19].

Некоторые виды преступлений труднее поддаются классификации, чем другие. Убийства и изнасилования легче классифицировать, чем разбой и грабеж. Поэтому, знакомясь со статистическими данными, трудно сказать, опаснее ли сейчас ходить ночью по улице, чем раньше. Относительно общего числа населения число изнасилований, по-видимому, «остается примерно постоянным за последние несколько лет, отличаясь год от года на один случай в ту или другую сторону (на каждый миллион жителей)». С другой стороны, это не говорит о том, что тот или иной город может считаться относительно безопасным. Вообще преступления против личности не увеличиваются с такой же скоростью, как преступления против собственности,

Это следует учитывать, когда читаешь индекс преступности, так как «преступления против личности составляют лишь 12% всех зарегистрированных преступлений» [20].

Цифры по преступлениям против собственности также часто искажаются из-за различного определения, интерпретации и необъективного отношения, вызванного внешними влияниями, которые статистика не учитывает. Например, «рост индекса за последние годы более чем в полтора раза (что послужило причиной тревоги относительно «растущей преступности») объясняется увеличением числа заявлений в полицию о кражах... Индекс преступности растет не только в тех случаях, когда совершается больше краж, но и когда крадут больше вещей стоимостью выше 50 долл.» [20].

Однако инфляция и приток товаров увеличивают число вещей стоимостью 50 долл. и выше, и то, что раньше считалось мелкой кражей и не подлежало регистрации, теперь регистрируется, что в значительной степени объясняет рост индекса. Страхование также влияет на индекс, так как для получения страховки необходимо заявить о краже. «Кража автомобилей составляет одну шестую всех преступлений». Универсальная система регистрации автомобилей на первый взгляд делает цифры о краже автомобилей достаточно надежными, однако очень часто чужой автомобиль угоняют, чтобы просто покататься, что, конечно, нельзя классифицировать как настоящую кражу.

Индекс преступности следует рассматривать в связи с изменяющимся составом населения.

С одной стороны [индекс преступности], вероятно, имеет тенденцию увеличивать роль молодежи в том смысле, что их неопытность и безрассудство ведут к тому, что они попадают в полицию чаще, чем правонарушители более старшего возраста. С другой стороны, существует много факторов, которые ведут к преуменьшению такой оценки... Подростки составляют меньшую часть среди задержанных по сравнению с тем, какую часть преступлений совершают, так как в преступлениях против собственности их роль наименьшая. Большая часть преступлений, связанных с насилием, влечет за собой арест, а в случае преступлений против собственности их часть невелика. Как следствие этого среди арестованных больший процент лиц старше 25 лет, чем среди всех зарегистрированных преступлений [21].

Индекс преступности имеет другие «удивительные особенности», которые необходимо понять, прежде чем делать поспешные выводы. Так, на него может влиять положение основного населения, как это можно видеть на примере штата Миссисипи, где преступность невелика. «Бедность населения штата — тот факт, что у многих жителей, как черных, так и белых, почти нет вещей, которые могли бы попасть в индекс краж, — лишь частично объясняет низкий показатель преступности» [22].

По мере того как все больше людей улучшают свой социальный статус, их отношение к другим людям и их стандарты могут претерпеть изменения:

По мере того как люди, которые когда-то считали себя вне общества, все больше и больше будут чувствовать себя его частью и по мере того как органы контроля за соблюдением законов начнут подходить к ним с теми же мерками и обеспечивать им ту же защиту, что и среднему классу, наступит период уменьшения преступности, но увеличения числа преступлений согласно статистике. Увеличится не число преступлений, а число зарегистрированных случаев [23].

Автор далее продолжает: «Индекс преступности, подобно многим другим показателям, пользуется доверием в значительной степени в зависимости от того, насколько он согласуется с общепринятым мнением... Показатель скорее подтверждает мнение, а не формирует его» [23].

Хотя этот индекс считается «самой подходящей общей мерой изменения распространения преступности», ему свойствен ряд недостатков. Существует реальная опасность, что, поскольку степень несостоятельности и ненадежности этого индекса еще не установлена, его могут использовать для поддержки совершенно неоправданной политики правительства. «Что этот индекс означает, по меньшей мере неясно», то же можно будет сказать и о политике, основанной на нем [24].

В настоящее время в программах борьбы с преступностью измеряются некоторые из следующих параметров.

Число преступлений, о которых известно полиции. В качестве примера может служить обсуждавшийся выше индекс преступности.

Процент раскрытых преступлений, т. е. отношение числа раскрытых преступлений (обычно повлекших арест преступника) к общему числу известных полиции преступлений по видам преступлений.

Число арестов по каждому виду преступлений за единицу времени, обычно за 1 год. Это может быть число арестов за год на душу населения или на одного полицейского.

Время реагирования, которое требуется полиции, чтобы прибыть на место преступления после того, как полиции о нем сообщили.

Индекс тяжести преступлений, который взвешивает различные преступления в соответствии с нанесенным ущербом [25].

Говорят, что все эти параметры имеют общее достоинство — «их легко подсчитать». Первым трем свойствен тот недостаток, что они связаны с юридической классификацией преступлений, которая объединяет в одну группу несхожие случаи. Время реагирования — «скорее мера вклада полиции, а не результат ее работы». Индекс тяжести преступлений основан на пред-

положении, что «истинная цель программ борьбы с преступностью состоит не столько в сокращении числа преступлений, сколько в уменьшении их тяжести». Использование этого индекса в исследовании, проведенном в Сент-Луисе, показало, что средняя «тяжесть» дорожно-транспортных происшествий была выше, чем средняя тяжесть преступлений; однако преступление такой же тяжести, как и дорожно-транспортное происшествие, обычно считается более серьезным, чем дорожно-транспортное происшествие [26].

В работе [27] наряду с индексом тяжести преступлений предложено использовать новую меру, основанную «на более точной классификации преступлений и полной оценке ущерба, нанесенного преступлением», в которую включены:

- характеристики пострадавшего, преступника, места преступления и самого преступления;
- четыре различные категории ущерба: потеря собственности; телесное повреждение, повлекшее временное расстройство здоровья; телесное повреждение, повлекшее постоянное расстройство здоровья, психическая травма.

Разрабатывая теорию измерения правонарушений, Селлин и Вольфганг в заключении пишут [28]:

В конце этого исследования мы больше, чем до начала его проведения, убеждены в том, что только когда имеется индекс с количественной шкалой для измерения правонарушений, возможно дать исчерпывающий отчет о том, что мы измеряем. Сравнительно неразработанная методика измерений в общественных науках служила препятствием для эффективных исследований. Если бы в физике для измерения времени, температуры, длины или веса требовалось разрабатывать новую методику для каждого исследования, прогресс в этой области был бы крайне замедленным. И в то же время в криминалистике и общественных науках вообще практически нет систематической теории, предусматривающей выбор основных стандартов поведения для измерения определенных социальных событий. Усилия, вложенные в это исследование измерения правонарушений, подтверждают решающую роль измерений во всех науках [28].

Социальные показатели

Измерение прогресса на пути к достижению социальных целей

Теперь, когда основное внимание уделяется качеству жизни, а не количеству товаров, естественно обратиться к статистическим данным, которые определяют не только наше экономическое благосостояние, но и социальное благополучие. Нам нужны «система измерений» и «всеобъемлющая социальная теория, которая может помочь понять сложные причинно-следственные отношения в социальной жизни» [29]. Если мы не поймем связи между проводимой политикой, затратами и

социальными условиями, мы не сможем предпринять конструктивные шаги с целью изменения условий жизни или социального статуса. Социальные показатели и социальная отчетность могут обеспечить необходимую для этого информацию.

Понятие социальных показателей

«Социальный показатель... помимо всего прочего, должен быть мерой общества или качества жизни в нем» [30]. Исследователи, работающие в этой области, надеются, что социальные показатели будут не только «мерой работы социальных систем», но и укажут «в определенной степени, какой должна быть эта работа... А так как нас интересует различие между тем, что есть, и тем, что должно быть, то необходимо вынести суждение относительно того, в каком направлении движется система — приближается к норме или удаляется от нее,— прежде чем разрабатывать политику вмешательства в работу системы... Следовательно, требуется своего рода нормативное суждение» [31]. Желание установить нормы всегда должно реализовываться с учетом необходимости получения сравнимых показателей для ценностей в системе.

Социальные показатели должны отражать причинные соотношения между затратами и результатами, чтобы оценить меры, предпринятые правительством. Мы должны быть в состоянии сказать, являются ли изменения условий жизни общества результатом «правительственных затрат на социальную программу» или увеличения «какого-то определенного вклада». Социальный показатель «должен быть частью общей системы социально-экономических измерений, которые помогут выносить всеобъемлющие суждения относительно основных аспектов жизни общества» [32]. Предлагают объединить социальные показатели в таблицы оценки тактики и в законченную систему социальной отчетности, которые отражали бы общее состояние нации.

Требования, предъявляемые к социальным показателям

Выбор шкалы

В предыдущей главе мы говорили, что для проведения измерений необходимо прежде всего выбрать подходящую шкалу, которую можно использовать для измерения характеристики. В случае социальных характеристик, которые отражены в социальных показателях, очевидно, можно применять лишь шкалу наименований и порядковую шкалу. Значения классификаций, являющихся результатом использования шкалы наименований, отрицать нельзя.

Установление классификации — это один из первых шагов, ведущих к пониманию новой области, который может даже привести к новым открытиям. Таблица химических элементов, расположенных в систематическом порядке, позволила предсказать открытие неизвестных элементов, отдельные свойства которых можно было предвидеть, исходя из их положения в таблице. «Каждое измерение является классификацией», и «использование цифр для обозначения классов шкалы наименований приводит к порядковой шкале, поскольку известно, что цифры располагаются в определенном порядке» [33].

Классификация — это одно из первых информативных действий, совершаемых человеческим мозгом, когда он получает внешние сигналы. Наша память сохраняет поступающие сигналы и классифицирует их с целью дальнейшей обработки. Классификация считается одним из самых важных шагов при измерении. Это, безусловно, относится и к социальным показателям, для которых первой задачей является определение, а второй — классификация. Олсон определяет характеристики *статистических категорий*, подходящих для этой цели.

1. Каждая категория — концептуально однородна, так что все явления в ней сопоставимы и поэтому могут составить одно целое или могут быть представлены одним индексом или рядом чисел.

2. Система категорий должна быть исчерпывающей, так чтобы все вместе они охватывали всю проблему.

3. Категории должны быть взаимно исключающими, т. е. не отвечать ни на одну часть вопроса более одного раза, иначе будет иметь место двойной подсчет и завышение весов некоторых аспектов программы [34].

Агрегирование

Современные экономические статистические данные очень полезны, поскольку обладают важным свойством: их можно агрегировать от элементарных показателей к сложному целому, что явится выражением общего национального дохода. Это агрегирование нелегко осуществить. Каждый компонент должен быть совместим с остальными компонентами, иначе агрегирование потеряет смысл. Кроме того, для установления веса каждого вида продукции прибегают к относительным ценам. Наконец, данные по национальному доходу могут быть использованы вместе с данными, не объединенными в одно целое, исходя из предположения, что их причинные связи установлены. В этой книге мы не будем углубляться в специализированную область того, как строить сложные индексы. Однако эту проблему нельзя обойти, когда имеешь дело с социальными показателями. Хорошим примером может служить индекс тяжести преступлений, который должен свести в одно целое несколько преступлений, исходя из их тяжести. Трудно договориться, как

определить тяжесть и решить, что принимать в расчет: преступника, жертву или все вместе взятое [35, 36].

Хотя совокупности данных полезны для получения общей картины, «на различных уровнях анализа» и принятия решений требуются «различные совокупности». Так, городская система информации должна обеспечивать разные статистические данные для принятия решений на уровне государства, штата или района [37].

Агрегирование ведет к такому широкому охвату, что у лиц, принимающих решения, может создаться «ложное впечатление, что совокупности в национальном масштабе... являются главными целями проводимой государством политики... С другой стороны, стратегическая выборка без общего охвата крайне опасна». Мы должны сделать все, чтобы не впасть в ту или другую крайность [38].

Конкретность и значение

Автор работы [39] предупреждает еще об одной трудности: о постановке слишком общих и туманных целей, в которых отсутствуют нормативы ценностей. Так, цель — улучшить благосостояние населения страны — является бессмысленной, поскольку она слишком абстрактна, т. е. не конкретна. «Благосостояние», о котором говорится выше, следует определить точно и детально, это необходимо для лиц, принимающих решение. Должно ли благосостояние быть социальным или экономическим, или и тем и другим? Краткосрочным или долгосрочным? Будет ли экономическое благосостояние достигнуто в результате снижения безработицы, увеличения доходов, увеличения суммы, остающейся после уплаты налогов на душу населения, или снижения цен? Безработицу можно определить более детально, как вызванную высокими процентными ставками, инфляцией и т. д. Цели могут быть столь высокими, что их нельзя ни сформулировать, ни достичь. Нельзя предложить владельцу частной фирмы «получить максимальную прибыль» или руководителю государственным учреждением «максимально улучшить общественное благосостояние или общественное обслуживание» — эти задачи нельзя выполнить непосредственно. Кроме того, социальные показатели следует определить в рабочих терминах, чтобы сохранить специфичность и связать показатели с работой системы, которую можно измерить. В гл. 2 мы говорили о выборе оптимального объема понятий; это связано с тем, что по мере того, как понятия становятся более широкими, уменьшается число их содержательных признаков. В табл. 10. 1 показано, как «высокие абстракции» преобразуют в «промежуточные абстракции» и конкретизируют, чтобы сделать их рабочими и практически достижимыми.

Таблица 10.1

Состояние государства: высокие и промежуточные абстракции ¹⁾

	Высокие абстракции	Промежуточные абстракции
Удовлетворение интересов	Мир, безопасность, свобода, самоуправление, независимость, равенство Терпимость, достоинство, честь, престиж, гордость Прогресс, культура, красота, искусство, саморазвитие	Полная занятость, справедливая оплата, справедливое распределение дохода, более высокий уровень жизни
Выпуск продукции	Изобилие	Рост национального продукта, обеспечение выпуска определенных товаров и услуг, устойчивость цен
Капиталовложения в систему	Рост, единство, национальное самосознание Сохранение свободного предпринимательства, построение более совершенного общества	Капиталовложения в производство товаров Капиталовложения в образование, медицинскую и другие службы; сохранение и развитие
Эффективное использование ресурсов		Коэффициент производительности труда Сбалансированный бюджет
Обеспеченность ресурсами	Экономическая независимость или самообеспеченность	Внешняя помощь, экономическая независимость или самообеспеченность; активный платежный баланс
Соблюдение законов	Справедливость, равенство, демократия, порядок, долг, почитание бога (богов)	Соблюдение законов, узаконенный порядок, справедливое судопроизводство
Рациональное поведение	Здравый смысл, мудрость	Научный или технический прогресс; разумно управляющее правительство или администрация

¹⁾ Gross B. M., The State of the Nation: Social Systems Accounting, in R. A. Bauer (ed.), Social Indicators, Cambridge, Mass., MIT Press, © 1986, p. 264. (С разрешения American Academy of Arts and Sciences, Boston.)

Причинность

Можно надеяться, что социальные показатели будут способствовать тому, чтобы правительство на всех уровнях обратило внимание на условия, которые эти показатели описывают. Социальные показатели следует использовать для построения «таблиц оценки тактики», о которых говорилось выше.

«„Таблица оценки тактики“ представляет собой таблицу, выполненную на основе социальных показателей; кроме того, она включает оценки ожидаемых изменений этих показателей в результате различных уровней затрат на соответствующую социальную программу» [40]. Эти таблицы дают основание предполагать, что направление причинных связей от действия к результату известно и подтверждено документально и что исходя из этого можно прогнозировать требуемый эффект. Нельзя не признать, что в решении этой проблемы мы все еще очень далеки от совершенства. Отметим, что, например, в метеорологии — науке, занимающейся прогнозированием погоды, — были достигнуты значительные успехи, однако метеорологи все еще часто ошибаются. Несмотря на достижения в экономике, при прогнозировании экономических циклов имеют место серьезные ошибки. Новые методы, такие, как эконометрические модели и модели вход-выход (гл. 11), дают возможность экономическим советникам прогнозировать с большей или меньшей степенью точности, какое влияние на экономику окажет снижение налогов, увеличение капиталовложений или изменение системы налогообложения. К сожалению, мы пока не можем составлять такие же прогнозы для сферы социальных условий. Брейбрук и Линдблом высказали мнение, что в этой области единственной социальной политикой может быть «инкрементализм», т. е. создание программ, состоящих из «неопределенной последовательности шагов... как будто мы движемся от известных социальных бед, а не к известной относительно стабильной цели» [41].

Читателю, очевидно, уже ясно, что инкрементализм является антитезой системного подхода. Хотя мы признаем невозможность найти общее решение при существующем уровне знаний и в рамках рационализма, мы, однако, не можем принять предпосылку частных решений, прогнозируемых на основе поверхностных представлений о целях (см. гл. 13)

Точность и надежность

Приписывать социальным показателям точность и надежность — это значит принимать желаемое за действительное, на данном этапе этого требовать нельзя. С другой стороны, если

лица, принимающие решения, не будут иметь представления о степени серьезности ошибок, которые следует ожидать или которые являются результатом предыдущих действий, они не смогут улучшить свои решения. Далее, при обсуждении проблемы достижения согласованности (гл. 16) мы будем говорить о том, что нужны меры точности и надежности, которые обеспечат экспертам обратную связь относительно того, насколько их индивидуальные решения приближаются к установленным нормам. Точно так же социальные показатели и другие связанные с ними статистические данные должны быть представлены как средние, или ожидаемые, значения с указанием величины рассеяния, что дает представление о степени надежности и точности метода измерения.

Другие требования и проверки

В исследовании, касающемся проблемы высшего образования, меры выхода должны были отвечать следующим требованиям, которые можно распространить на все социальные показатели:

1. *Возможности количественного определения*, т. е. «результаты должны выражаться в объективных, поддающихся количественному определению единицах». Это требование можно интерпретировать как эквивалентное «выбору шкалы».

2. *Аддитивности*, что соответствует «агрегированию».

3. *Делимости* — меры должны быть применимы как для всей системы, так и для каждой из ее подсистем.

4. *Совместимости (заменяемости)* — необходимости применения к системам в таких единицах, которые можно было бы легко сравнивать.

5. *Согласованности*; это одно из наиболее важных требований для социальных показателей. «Меры должны быть достоверными. Большинство заинтересованных лиц... должно согласиться с тем, что эти меры являются подходящими».

6. *Гибкости*. Соответствующие меры должны допускать изменение вариантов, чтобы обеспечить соизмеримость их параметров, но каждый должен иметь возможность прибегнуть к этим мерам, исходя из своих собственных целей. «Трудность состоит в том, чтобы найти меры (показатели), которые соответствуют все критериям» [42].

Мализна предлагает следующие проверки, которые помогают в построении социальных показателей:

1. *Корреляцию между конструктом и показателем*, касающуюся связи между конструктом (понятием), отражающим некоторое свойство, например благосостояние, и его социальным показателем (например, доходом на семью), который должен использоваться как эмпирический референт для этого свойства

2. *Корреляцию между конструктом и размерностью* Эта мера раскрывает, какие факторы (параметры) входят в состав данного сложного свойства, что необходимо для сравнения с компонентами социального показателя.

3. *Сравнимость единиц и уровней анализа* — это качественная проверка, когда сравниваются соответственно единица и уровень анализа теоретического конструкта с единицей и уровнем анализа социального показателя.

4. *Явное взвешивание*, что означает способ взвешивания и объединения для построения социального показателя.

5. *Критерий правильности, или кумулятивную ошибку показателя*. Эта проверка включает количественный, численный, анализ ошибок измерения, выборки и определения, чтобы сделать нужные допуски и поправки в показателях там, где возможны ошибки [43].

Социальная отчетность

«На пути к социальной отчетности»

Идея системы социальной отчетности впервые возникла в министерстве здравоохранения, образования и социального обеспечения США, которое в 1969 г. опубликовало результаты исследования под названием «На пути к социальной отчетности» [44]. Это исследование, которое было проведено группой социологов и финансировалось министерством, охватило семь основных проблем: 1) здоровье, 2) социальную подвижность, 3) окружающую среду, 4) доход и бедность, 5) общественный порядок и безопасность, 6) образование, науку и искусство, 7) участие и отчуждение.

Была сделана попытка установить, что «известно о прогрессе в достижении общепризнанных целей», и сделать первые шаги в создании всеобъемлющей системы социальных показателей на государственном уровне. Этот доклад имел целью «привлечь внимание к социальным проблемам и, таким образом, дать возможность выносить более обоснованные суждения относительно приоритета государственных программ», а также помочь «понять, как изменяются различные меры национального благосостояния... с тем, чтобы в конечном счете лучше оценить результаты социальных программ» [45]. Отчет явился важной вехой. Это была первая попытка рассмотреть на федеральном уровне накапливающиеся статистические данные, с помощью которых можно измерять социальные изменения, вызываемые программами правительства, и положение нации. В отчете по семи вышеуказанным проблемам устанавливаются социальные условия, определяется, изменились ли они к лучшему за определенный период времени, намечаются пути измерения улучшения и, наконец, формулируется политика, которую следует проводить, чтобы обеспечить дальнейший прогресс.

«Социальные показатели 1973»

Хотя издание «Социальные показатели 1973» появилось позже исследования «На пути к социальной отчетности», о нем писали как о «первой работе такого рода... в которой собраны статистические данные, выбранные и организованные таким образом, чтобы описать социальные условия и тенденции в Соединенных Штатах» [46]. В данной работе анализируются следующие социальные проблемы, они соответствуют проблемам, упомянутым в предыдущем разделе: 1) здоровье, 2) общественная безопасность, 3) образование, 4) занятость, 5) доход, 6) жилищные условия, 7) досуг и отдых, 8) население.

Для каждой из проблем установлены одна или несколько статистических мер. Была сделана попытка разбиения данных с тем, чтобы не только выявить положение всего населения с учетом определенной социальной цели, но и показать, как это отражается на различных группах населения и какие силы влияют на сложившееся положение. Авторы сразу признают, что «в настоящее время мы еще недостаточно хорошо знаем причинно-следственные отношения, определяющие социальные условия, чтобы разработать «идеальный показатель», т. е. показатель, который «можно было бы связать статистически с другими показателями, что позволило бы установить, как изменение одного условия влияет на другое условие» [46]. Данные ограничиваются сообщениями об *объективных условиях. Субъективной информацией*, отражающей удовлетворенность или неудовлетворенность людей условиями жизни, стараются по возможности не пользоваться, так как она достаточно противоречива. Однако к информации такого рода прибегают при оценке показателей здоровья и общественной безопасности.

1.Здоровье¹⁾. Основные вопросы, связанные с данной проблемой: а) долголетие, б) качество здоровья, в) возможность получения медицинской помощи.

а) Вопрос о *долголети* отражает общую озабоченность тем, чтобы человек смог прожить свой естественный срок жизни [47]. Главным показателем, выбранным для оценки этой проблемы, является ожидаемая при рождении средняя продолжительность жизни.

б) *Качество здоровья* выражается вторым показателем — числом дней нетрудоспособности на человека-год. Нетрудоспособность — это общий термин, который означает, что человек по состоянию здоровья временно или на длительный срок потерял работоспособность.

¹⁾ Материал данного и следующих разделов заимствован из работы Executive Office of the President, Office of Management and Budget, Social Indicators 1973, Washington, D. C., U. S. Government Office, 1973.

в) *Возможность получения медицинской помощи* измеряется косвенным образом двумя показателями: уверенностью человека в том, что ему окажут квалифицированную медицинскую помощь (субъективной мерой) и процентом населения, охваченного медицинским обеспечением. Данные были собраны в ходе опроса, проведенного организацией по изучению общественного мнения. Опросом было охвачено все население и выборочно врачи. Был задан следующий вопрос: «Насколько вы доверяете существующей в нашей стране системе медицинской помощи в экстренных случаях, в обычных случаях и в случаях хронических болезней?»

Интересно отметить, что при опросе примерно половина врачей выразила «большую степень» доверия помощи в экстренных случаях, но лишь «некоторую степень доверия» по двум другим категориям медицинской помощи. Проблема измерения качества медицинского обслуживания является предметом многочисленных исследований. Можно не соглашаться с выбором показателей, которые используются в рассмотренных выше работах, он основан на исследованиях, имевших целью создать общий индекс состояния здоровья [48—52]. Медицинское обслуживание — очень многосторонняя сфера деятельности, в которой занято большое число людей, но главную роль играет врач. Качество медицинского обслуживания зависит не только от медицинского персонала и работников вспомогательных подразделений, но и от того, как организуется и координируется их работа и как они связаны с пациентами. Качество медицинского обслуживания можно обсуждать с точки зрения врачей, т. е. «его профессиональное качество», с точки зрения планировщиков, которые занимаются распределением скудных средств на медицинское обслуживание, а также с позиций потребителя, который ценит возможность получения медицинской помощи, ее невысокую стоимость, доступность в любое время и взаимоотношения с врачом [53]. Что касается ожидаемой продолжительности жизни, то мы должны спросить себя, является ли долгожительство благодаря улучшению здоровья и медицинской помощи «этичным» в том смысле, какой вкладывался в этот термин в гл. 7. Использование системного подхода требует тщательного планирования и контроля всех результатов и последствий по всем подсистемам.

При увеличении продолжительности жизни возрастает доля населения старше 65 лет. Стремление увеличить продолжительность жизни за пределы 65 лет основано на том, что можно вести обеспеченную жизнь и после достижения указанной возрастной границы. Однако наше отношение к старикам опровергает это утверждение. Во многих случаях старики покинуты и обществом, и родственниками, их доходов недостаточно,

чтобы пользоваться заслуженным отдыхом, а пенсий едва хватает на самое необходимое. Если жизнь практически невыносима, то зачем продлевать ее?

«Утопия, обернувшаяся адом» — так можно назвать то, что создали наука, образование и успехи медицины. Впервые в истории человечества утопия стала технически возможной — все вожди, а индейцев нет; масса свободного времени и мало работы, долгая жизнь и отдаленная смерть. Но здоровье и изобилие породили новую проблему — «синдром пресыщения»: слишком много людей, слишком большое расточительство, слишком много свободного времени, слишком обильная пища — слишком много всего [54].

Таким образом, решение увеличить продолжительность жизни должно быть связано с программами улучшения благосостояния лиц преклонного возраста, а также с программами, направленными на изменение отношения общества к этой категории населения. Кроме того, необходимо учесть последствия увеличения доли населения старше 65 лет, так как это приведет к изменению спроса на определенные товары и услуги, к изменению состава избирателей, может повлиять на размещение некоторых ресурсов, распределение доходов, сбережений и т. п. Короче говоря, проблема жизни и здоровья людей старше 65 лет является лишь подпроблемой более крупной системы медицинского обслуживания, которая в свою очередь включена в другие системы. Что касается проблемы социальной подвижности, то в отчете отмечаются улучшения в этой области, связанные с образованием, но высказывается сожаление, что расовые барьеры все еще мешают людям извлечь всю пользу из образования. Нам необходимо разработать статистические меры и методы, которые не только измеряют результат, например сколько мы имеем выпускников, но показывают социальные последствия наших программ и нашей политики [55].

2. Общественная безопасность. Этот термин означает, что жизнь и собственность не явятся объектом преступных действий, и выражает желание людей вести жизнь, которой бы не угрожала никакая опасность. Здесь рассматриваются три аспекта проблемы:

а) Защита от тяжких преступлений измеряется показателем, который является видоизмененным вариантом индекса преступности, публикуемого ФБР и уже обсуждавшегося в данной главе. Этот показатель учитывает четыре из семи видов преступлений, включенных в индекс, а именно: убийство, изнасилование, разбой и грабеж.

б) Второй аспект объединяет три других вида преступлений, включенных в индекс, в отдельный показатель, который отражает преступления против собственности.

в) Третий аспект — ощущение собственной безопасности — выражается субъективной мерой, когда люди отвечают на во-

прос: «Есть ли по соседству [от вашего дома] в радиусе одной мили район, где бы вы боялись гулять ночью в одиночестве?» В примечаниях, которые сделаны для каждой главы работы «Социальные показатели 1973», авторы сопровождают статистические данные своими замечаниями относительно их соответствия и точности. Они отмечают некоторые трудности и недостатки метода, например влияние недавних событий на субъективную боязнь оказаться жертвой преступления или отсутствие соответствующей оценки воздушного пиратства — нового типа преступления, которое все еще рассматривается как отдельный случай грабежа, хотя оно затрагивает большое число людей.

3. Образование. Показатели, используемые для его оценки, делятся на две основные категории:

а) Показатели, выражающие достижения в общем образовании. Они отражают процент лиц, оканчивающих среднюю школу, а также их знания, полученные навыки и взгляды.

В оценке образования достигнуты большие успехи, и это отражается в сложных показателях, используемых в этой области. Нам представляется, что информация, собранная для измерения достижений в образовании, поможет ответить на три важных вопроса:

- Какие знания получила молодежь, и являются ли они теми знаниями, которые мы хотели им дать?

- Какие группы населения являются отстающими, а какие более развитыми и насколько?

- Имеются ли какие-нибудь достижения за данный период времени?

Ясно, что ответы на эти вопросы помогут формулировать политику и правильно распределять ресурсы.

б) Ко второй категории относятся показатели, которыми измеряют обучение в колледжах, университетах и по специальным программам обучения для взрослых. Эти показатели отражают стремление населения использовать возможности продолжить образование, улучшить возможности получения работы или просто расширить кругозор. В области образования необходимо также иметь показатели, отражающие, как студенты оплачивают свою учебу на всех уровнях. Эта проблема должна приниматься во внимание при составлении программ помощи и при разработке политики, направленной на то, чтобы облегчить бремя растущей стоимости образования. Как распорядиться субсидиями в условиях ограниченных бюджетов штатов? Увеличить ли фонды на стипендии в колледжах или выделить деньги для организации кулинарных курсов, цикла лекций по искусству или общеобразовательных лекций для взрослых?

4. Занятость. Эта проблема имеет два аспекта:

а) Возможность получения работы, т. е. могут ли найти работу люди, способные работать, желающие работать и ищущие работу; традиционным показателем здесь служит темп роста безработицы.

б) Качество работы, которое включает условия труда, престижность той или иной профессии и определяет характер работы.

Здесь мы не будем говорить о точности оценки п. «а», т. е. о данных по безработице, которые характеризуют возможность получения работы. Эти статистические данные рассматриваются во многих работах. Однако мы особо отметим включение показателя *скрытой безработицы* по субъективным причинам и по половому признаку, указывающего людей, которые не ищут работу (даже если они говорят, что хотели бы работать), не считаются рабочей силой и, следовательно, не включены в число безработных. Под скрытой безработицей имеют в виду людей, которые потеряли надежду найти работу и больше не ищут ее. Что касается измерения «качества работы», то для этого используются несколько показателей:

- полное удовлетворение от работы — показатель, основанный на оценках работниками следующих факторов: справляется ли человек с работой, финансовая сторона, комфорт, отношения с другими работниками и наличие условий для выполнения работы;

- условия труда, которые измеряются с помощью таких категорий, как заработная плата; процент работников, получающих дополнительные льготы; рабочие часы; время, затрачиваемое на дорогу; число дней оплачиваемого отпуска и меры по технике безопасности труда ¹⁾.

5. Доход. Эта проблема состоит из четырех частей:

а) *Уровень дохода*, устанавливающий, сколько денег приходится на человека, исходя из показателя среднего дохода на семью.

б) *Распределение дохода*, основным показателем которого является отношение между доходами одной пятой семей с наивысшим доходом к одной пятой семей с наименьшим доходом.

в) *Расходование дохода*, для которого основным показателем является средний личный расход по видам товаров и услуг (товары и услуги первой необходимости по сравнению со всеми остальными).

¹⁾ Говоря об условиях труда, автор совершенно опускает такие важнейшие характеристики условий труда, как чрезмерная интенсификация, массовая безработица, пенсионное обеспечение и др., имеющие самое непосредственное отношение к условиям труда американских трудящихся. — *Прим. ред.*

г) *О населении с низким доходом* речь уже шла в разд. «Измерение бедности», где отмечались методологические трудности, связанные с исследованием этой проблемы. Существует «средний критический уровень», который устанавливает «границу бедности», абсолютная величина дохода, на который, как полагают, может прожить семья фермера и горожанина.

6. Жилищные условия. В связи с этой проблемой во внимание принимаются три фактора:

а) Прочность и состояние строения, а также наличие удобств.

б) Комфорт и удобство.

в) Характеристика района.

Нестандартные или «ветхие» строения означают прежде всего то, что проживающие в них люди находятся в условиях, опасных для их жизни и здоровья. Понятия «комфорт» и «удобство» отражают плотность заселенности. Район оценивается субъективной мерой, т. е. мнением жителей о своем районе, включая такой показатель, как безопасность.

7. Досуг и отдых. В работе «Социальные показатели 1973» вся деятельность человека разделена на четыре основные категории, в соответствии с которыми распределяется и его время:

а) *Работа за плату.* Время, затрачиваемое на этот вид деятельности, состоит из реального рабочего времени, времени, расходуемого на поездку на работу и обратно, времени на вторую работу, перерывов в работе на завтрак и обед.

б) *Выполнение домашних обязанностей* (домашняя работа, приготовление пищи, покупки и т. д.).

в) *Досуг.* К этой категории относятся: просмотр телепередач, визиты, чтение, занятие спортом, занятие любимым делом, участие в работе организаций, слушание радиопередач, прогулки, работа в саду, уход за домашними животными, просто ничегонеделание, посещение спортивных соревнований, театра или других зрелищ.

г) *Сон.* Занимает время, остающееся после выполнения указанных трех пунктов.

Установление этих категорий позволяет обойти обсуждавшиеся в гл. 8 методологические трудности подбора подходящих определений, которые помогли бы четко различать рабочую деятельность, нерабочую деятельность и свободное времяпрепровождение. Так как данных об участии людей во всех видах деятельности нет, то для оценки свободного времяпрепровождения населения используются два показателя: отдых на открытом воздухе, измеряемый числом таких дней на душу населения, и просмотр телепередач, выражаемый количеством часов в день.

8. Население. Центральным моментом при рассмотрении этой проблемы является рост населения. Он связан с вопросами, которые оказывают влияние на все другие социальные проблемы, описанные в работе «Социальные показатели 1973»: какова численность населения Соединенных Штатов? Изменяется ли она? Как быстро и в каком направлении? Темпы роста и распределение населения также учитываются. Важно знать, как расселены люди по стране и меняется ли это распределение... Для других социальных проблем, которые рассматриваются в указанной работе, мерой являются условия жизни и благополучие отдельных граждан и семей. При изучении проблемы населения во внимание принимают не условия жизни, а изменения в количестве людей [55].

В работе «Социальные показатели 1973» развито большинство положений, приведенных в отчете «На пути к социальной отчетности», т. е. отражено состояние государства и народа в виде статистических данных, схем и таблиц. Эта работа станет еще более интересной в последующие годы, когда в нее будут внесены дополнения и можно будет делать сравнения за определенный период времени. Этот труд является документом, который можно также использовать для сравнения с подобными показателями других государств с целью изучения целесообразности проведения соответствующей политики и программ для того, чтобы получить другие результаты в других условиях. Особенно это касается методов изучения проблем медицинского обслуживания и бедности, которые представляют особый интерес в наши дни. Удивляет отсутствие в работе «Социальные показатели 1973» некоторых вопросов, которые рассматривались в предшествующем ей отчете. Так, показатели социальной подвижности, образования, науки, искусства были или включены в другие категории, или совсем опущены. Условия окружающей среды, естественные и созданные человеком, — проблемы загрязнения воздуха, воды, почвы, проблема шума — не нашли отражения вообще. Не упоминаются и такие вопросы, как функционирование наших социальных и политических институтов, пользуются ли американцы свободой слова, равны ли они перед законом и могут ли возместить ущерб, когда они имеют дело с большими организациями и бюрократическими учреждениями, существует ли у нас политическое неравенство. Эти вопросы мы уже рассматривали выше. Можно сожалеть, что такие важные проблемы опущены, но это, очевидно, объясняется тем, что они слишком щекотливы.

Работа «Социальные показатели 1973» представляет собой хороший пример измерения достижений, имеющих не только экономическую направленность. Она может служить стандартом для тех, кто все еще полагает, что благосостояние подра-

зумевают материальное потребление, измеряемое в денежном выражении. Этот отчет и другие работы подобного рода доказывают возможность измерения благосостояния, исходя из материальных благ, приходящихся на душу населения, а не из национального дохода на душу населения.

Такие работы, как «Социальные показатели 1973» и другие подобные исследования, совершенно незаменимы. Мы должны стремиться понять закономерности динамики в этих жизненно важных областях, чтобы иметь возможность решать серьезные проблемы, стоящие перед нами. Проект хорошей системы должен включать социальные показатели или меры эффективности социальных условий, с помощью которых можно следить за прогрессом или регрессом от отправной точки, контролировать их и управлять ими. Лица, определяющие политику, должны иметь в своем распоряжении методы оценки и управления результатами программ, которые они проводят в жизнь. Социальные показатели служат «точками проверки» или «диагностическими зондами», которые позволяют оценить и проверить изменения, вызванные целенаправленной политикой.

Качество жизни

Наряду с разработкой социальных показателей делались попытки определить понятие *качество жизни*. Для включения такого понятия в программы правительства необходимо его точно определить.

Качество жизни можно рассматривать как состояние благополучия в том смысле, каким наделено это понятие в законе о государственной политике по охране окружающей среды, который требует, чтобы федеральное правительство охраняло и улучшало «качество естественной окружающей среды, чтобы поддержать и обогатить жизнь человека... способствовать росту общего благосостояния, создавать и поддерживать условия, в которых человек и природа могут сосуществовать гармонично, удовлетворять социальные, экономические и другие потребности настоящего и будущих поколений американцев».

Понятие «качество жизни» выдвигает два интересных аспекта исследования:

- а) эту проблему можно рассматривать как продолжение проблемы, связанной с социальными показателями, или как ее часть;
- б) определение и оценка качества жизни влекут за собой методологические проблемы, связанные с количественным определением и измерением, а также с моделями принятия решений. Известно немало попыток создать систему показателей, которые позволили бы оценить качество жизни. Две модели такого рода описаны в гл. 11. Они являются прямым резуль-

татом попыток использовать многомерные модели принятия решений для оценки сложных иерархических целей, подцелей и социальных показателей. Мы советуем читателю ознакомиться с этими примерами, прежде чем приступить к изучению следующего раздела, так как они имеют прямое отношение к данной проблеме (см. разд. «Построение системы оценки окружающей среды» и разд. «Модель планирования водных ресурсов» в гл. 11).

Использование дельфийского метода для определения качества жизни

Одна из первых попыток определить качество жизни была сделана Н. С. Дэлки и его коллегами по Rand Corp. [56—58]. Напомним, что дельфийский метод разработан «для того, чтобы получить наиболее надежное единодушное мнение группы экспертов» [59]. Его более подробное рассмотрение дано в гл. 16.

Авторы использовали дельфийский метод для оценки системы факторов с точки зрения их вклада в индивидуальную оценку качества жизни, где этот термин определялся как «индивидуальное ощущение благополучия, удовлетворенность или неудовлетворенность жизнью, счастье или несчастье».

Людей просили перечислить характеристики тех факторов, которые оказывают наибольшее влияние на определение качества жизни. Первоначальный список из 48 пунктов, полученный на первом этапе, был объединен со списком из 13 пунктов, в котором каждый пункт содержит родственные факторы (табл. 10.2). Относительная важность этих факторов была установлена методом парного сравнения, с помощью которого можно получить оценки подобия (этот метод описан в гл. 11).

Было признано, что этот список «слишком выделяет субъективные, психологические, крайне индивидуалистические и эмоциональные аспекты при оценке качества жизни... При создании социальных показателей стремились отойти от таких субъективно-психологических факторов из-за трудностей, связанных с их точным количественным определением» [60].

Установление относительного веса различных факторов с помощью дельфийского метода получило широкое распространение, о чем свидетельствуют приведенные здесь примеры, а также оценочные модели (гл. 11 и 16).

Объединение субъективных и объективных факторов

Хорнбэк и др. [61] определили качество жизни как «функцию объективных условий и субъективных отношений, охватывающих определенный аспект проблемы».

Таблица 10.2

Относительное ранжирование сгруппированных факторов качества жизни ¹⁾

	Факторы	Относительная важность
1	Любовь, привязанность, общение, взаимопонимание; дружба, товарищество; честность, искренность, правдивость; терпимость, уважение других; вера, религиозное чувство	15,0
2	Чувство собственного достоинства, самодовольство, самонадеянность; уверенность в себе, эгоизм; безопасность; устойчивость, осведомленность, чувство постоянства; самопознание, самосознание, стремление к самосовершенствованию	11,5
3	Душевный покой, эмоциональная устойчивость, отсутствие конфликтов, страх, тревога; страдание, боль; оскорбление, унижение; уход от жизни, иллюзии	10,0
4	Секс, сексуальная удовлетворенность, сексуальное наслаждение	9,5
5	Вызов, стимул; конкуренция, соперничество; честолюбие; возможности, социальная подвижность, удача; интеллектуальное стимулирование	8,0
6	Общественное признание, популярность; ощущение того, что ты нужен; одиночество, обезличивание; похвала, положительная обратная связь, поддержка	8,0
7	Успех, достижения, удовлетворение работой; неудача, поражение, потеря; деньги, стяжательство, жадность; положение, репутация, признание, престиж	7,0
8	Индивидуальность; конформизм; непосредственность, импульсивность, раскованность; свобода	6,0
9	Увлечение, участие; забота, альтруизм, внимание	6,0
10	Комфорт, экономическое благосостояние, отдых, развлечения; хорошее здоровье	6,0
11	Новизна, изменение, разнообразие, неожиданность; скука; юмор, шутки, остроумие	5,0
12	Господство, превосходство; зависимость, слабость, беспомощность; агрессия, насилие, враждебность; власть, независимость	3,5
13	Невмешательство в частную жизнь	2,0

¹⁾ Таблица заимствована из работы Dalkey N. C., Rourke D. L., *Experimental Assessment of Delphi: Procedures with Group Value Judgment*, Santa Monica, Calif., The Rand Corporation, 1971. (Используется с разрешения.)

Объективные условия определяются как «численно измеримые последствия физического явления (например, загрязнение воздуха выражают числом частиц двуокиси серы на миллион частиц воздуха), социального события (число разводов, количество преступлений, численность представителей этнических меньшинств и т. д.) или экономического события (местный индекс розничных цен, муниципальный бюджет, расходы на строительство шоссейной дороги и т. д.). Объективные условия определяются «любым числом, которое выражает данное количество интересующей нас переменной, если оно не зависит от субъективного мнения, надежно [и воспроизводимо]» [62].

Субъективные отношения представляют собой «эмоциональные и познавательные величины», которые варьируются с изменением объективных условий. Они отражают прежде всего степень удовлетворенности или неудовлетворенности людей каждым из объективных условий, входящих в функцию качества жизни.

Соединение объективных и субъективных мер необходимо, исходя из определения качества жизни как «совокупности объективных условий для выбранного района и субъективного отношения к этим условиям людей, проживающих в этом районе» [63].

Предлагаются четыре специфические оценки параметров функционального отношения для каждого фактора качества жизни j и для каждого лица i : O_{ij} — объективная мера фактора для каждого лица, приведенная к шкале 1—10; S_{ij} — субъективная мера, или мера удовлетворенности тем же фактором, для того же лица по шкале 1—10; r_j — корреляция между O_{ij} и S_{ij} для всего населения; W_{ij} — вес данного фактора относительно всех других факторов по порядковой шкале для отдельного лица. Авторы предлагают вычислить два средних значения:

$$\hat{S}_j = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^P W_{ij} S_{ij},$$

$$\hat{O}_j = \left(\frac{1}{P} \sum_{i=1}^P W_{ij} \right) \left(\frac{1}{P} \sum_{i=1}^P O_{ij} \right),$$

где P — число людей в выбранной части населения.

Затем средние значения объединяются и умножаются на r_j , чтобы получить индекс фактора F_j для j -го фактора качества жизни, так что [64]

$$F_j = \frac{1}{2} r_j (\hat{O}_j + \hat{S}_j),$$

где r_I — коэффициент корреляции Спирмена — задается следующим выражением:

$$r_I = 1 - \frac{\sum_{i=1}^P (\hat{O}_{ij} - \hat{S}_{ij})^2}{P(P^2 - 1)}.$$

Общий индекс качества жизни может быть получен вычислением средней величины всех факторов следующим образом:

$$QOLI = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M F_{Ij}.$$

Этот индекс имеет важные особенности:

- 1) как объективные, так и субъективные меры включены в него в форме весовых функций;
- 2) объединенные меры взвешиваются с помощью коэффициента корреляции, который выражает связь между этими мерами [65].

Он позволяет взвесить удовлетворенность с помощью ранжирования приоритетов, а объективные условия — путем усредненного ранжирования в соответствии с мнениями людей, проживающих в данном районе.

Эта модель является попыткой заполнить разрыв между объективными условиями, измерение которых возможно, и субъективными отношениями к этим условиям, которые измерить нельзя. Читатель обратит внимание на то, что для модели планирования распределения водных ресурсов, описанной в следующей главе, это отношение определяется с помощью экспертов, которые вырабатывают функции компромиссов для подцелей и социальных показателей, устанавливая тем самым «связки» между тем, что воспринимается субъективно (подцели), и тем, что мы можем объективно измерить (социальные показатели). В данной модели «связки» принимают форму уравнений регрессии между подцелями и социальными показателями и форму аддитивных и мультипликативных индексов, с помощью которых агрегируется функция достижения подцели исходя из весов предпочтения (более подробно об этом см. в гл. 11).

Значения как объективных, так и субъективных мер качества жизни могут служить основой для оценки того, что называют «растущей разрывностью», т. е. ощущаемым различием между тем, «что есть», и тем, как люди воспринимают то, что есть.

Возможен ряд случаев неправильного использования индекса качества жизни.

Это происходит при попытке со стороны ЛПР [66] изменить субъективно установленные веса, а не объективные условия путем изменения весов, используемых в индексе, или путем непосредственного воздействия на мнения людей.

Возможно общее правильное или неправильное использование индекса качества жизни и социальных показателей в политических целях. Индекс может указать на область, где требуется немедленное вмешательство правительственных органов. Эти органы не должны отказываться от формулирования долгосрочной политики в пользу решения сегодняшних проблем, ссылаясь на соображения целесообразности.

Необходимость получения большого объема информации на уровне штата и государства для измерения качества жизни вызывает трудности, связанные с централизацией информации и использованием сведений, не подлежащих огласке. Методы, которые применяются для количественного определения качественных аспектов, имеют ограничения. Те, кто использует эти методы для принятия решений, влияющих на большое число людей, должны четко понимать эти ограничения. Такие методы следует применять, руководствуясь здравым смыслом, создавая, что они еще находятся в процессе разработки [67].

Показатели качества жизни в городских районах Соединенных Штатов ¹⁾

Исследование, о котором речь пойдет ниже, является примечательной вехой в создании показателей качества жизни. В нем впервые дается «всеобъемлющий анализ статистического разреза на поднациональном уровне» [68, 69].

Это исследование — естественное продолжение работ «На пути к социальной отчетности» и «Социальные показатели 1973». В нем рассматриваются успехи, достигнутые в измерении и контроле «социального благополучия», или благосостояния нации. В одной из глав описываются модели социальных показателей в нескольких областях.

Экономические модели. До недавнего времени экономические показатели являлись традиционными мерами национального благосостояния и социального благополучия. Отмечается, что такие показатели, как валовой национальный продукт и национальный доход, следует и впредь использовать для этих целей, так как данные по этим показателям собраны за продолжительный период, что очень важно.

¹⁾ Quality of Life Indicators in U. S. Metropolitan Areas: A Statistical Analysis, © 1976, New York. (С разрешения автора и Praeger Publishers, Inc.)

Психологические модели. «Психологические показатели крайне субъективны по своей природе и выражают в основном личное благополучие. Эмпирические исследования в этой области можно рассматривать как часть проблемы измерения общего социального благополучия, которая еще далеко не решена» [69].

Модели окружающей среды. За последние несколько лет достижения в этой области были наиболее значительными, что, безусловно, связано с принятием ряда законов, направленных на охрану окружающей среды, и с растущим беспокойством общественности о сохранении природы. Большой интерес вызвала публикация *индексов качества окружающей среды* Национальной федерацией по охране диких животных [70]. Категории окружающей среды, выбранные этой федерацией для постоянного контроля и соответствующей оценки, для 1971 г. приведены в табл. 10.3. Исходя из относительной важности

Таблица 10.3

Индексы качества окружающей среды на 1971 г. ¹⁾

Категории окружающей среды	Оценка на 1971 г.	Вес (относительная важность)	Индекс качества окружающей среды
Почва	78	30	23,4
Воздух	34	20	6,8
Вода	40	20	8,0
Жизненное пространство	58	12,5	7,25
Минералы	48	7,5	3,6
Животный мир	53	5	2,65
Лесные запасы	76	5	3,8
Государственный индекс качества окружающей среды			55,50

¹⁾ Индекс качества окружающей среды, представленный Национальной федерацией по охране диких животных, The Quality of Life Concept. A Potential Tool for Decision Makers, Washington D C, 1973, pp II—28, II—29 (С разрешения Национальной федерации по охране диких животных)

каждой из категорий окружающей среды и их значений на 1971 г., можно, как показано, вычислить индексы качества окружающей среды. Так, государственный индекс качества окружающей среды, полученный федерацией на конец 1971 г., составил 55,50. Федерация намерена опубликовывать индексы качества окружающей среды для каждой из ее категорий вместе с тенденциями отношения населения к качеству окружающей среды, которые отражают уменьшение или возраста-

ние интереса (безразличие или озабоченность) общественности к каждой из категорий [71, 72].

Политические модели. Большинство политических моделей отображает специальные аспекты политической жизни и связано с проблемами оценки эффективности, деятельности и внутрипартийных процессов. Так, в одном исследовании ставилась цель разработать специальные критерии для оценки возможностей законодательных органов штата, чтобы упорядочить их согласно «функциональности, подотчетности, имеющимся средствам по обработке информации, самостоятельности и представительности» [73].

Социологические модели. Эти модели предназначены в основном для исследования социологических проблем, касающихся различных аспектов поведения людей в больших и малых группах. Среди этих моделей следует отметить модели, предложенные Рокичем [74].

Измерение качества жизни в городских районах

Общую оценку качества жизни производят на основе данных по пяти основным компонентам:

1) экономическому, 2) политическому, 3) окружающей среде, 4) здоровья и образования, 5) социальному.

Психологические факторы не учитываются, поскольку считают, что «они не поддаются количественному определению» [75]. Факторы, выбранные для этого исследования, как утверждают, отличаются следующими характеристиками. Они должны быть

- достаточно универсальными, т. е. распространяться на большинство людей, проживающих в изучаемом районе;
- понятными для всех и «подходящими для проведения реальной и эффективной политики»;
- достаточно гибкими, чтобы учесть любые изменения в образе жизни во времени и пространстве;
- удобными для проверки и корректировки, чтобы получить сравнительные данные для разных периодов.

Факторы, входящие в экономический компонент [76]:

1. *Индивидуальное экономическое благосостояние*, отражающее доход и материальные ценности на душу населения.

2. *Экономические условия района*, включающие уровень бедности, концентрацию экономики, производительность, банковские вклады, неравенство доходов и уровень безработицы.

Факторы, составляющие политический компонент:

1. *Индивидуальная деятельность*, которая выражается в степени информированности населения и проценте людей, принимающих участие в политической деятельности.

2. *Факторы, относящиеся к местным органам управления:* а) степень профессионализма в подготовке к общественной деятельности и ее осуществлении в данном районе; б) деятельность местных органов, оцениваемая с помощью данных о преступности и индексов здоровья и образования в этом районе; в) помощь бедным.

Факторы, включенные в компонент окружающей среды:

1. *Индивидуальное и общее состояние окружающей среды,* такое, как загрязнение воздуха, воды, засорение ландшафта, свалки, шум.

2. *Естественное состояние окружающей среды,* определяемое: а) климатологическими данными (частотой смены погоды, числом солнечных дней, числом дней с дискомфортной температурой), б) возможностями для отдыха.

Факторы, входящие в компонент здоровья и образования:

1. *Индивидуальные условия:* а) в области здоровья (изменяются детская и общая смертность) и б) в области образования.

2. *Условия района* измеряются: а) возможностью пользоваться медицинским обслуживанием, б) возможностью получения образования.

Факторы, входящие в социальный компонент:

1. *Индивидуальный компонент,* выражаемый существующей возможностью зарабатывать на жизнь, процентом занятости, индексом образования и т. д. Возможности выбора, получения информации (тираж газет), жизненного пространства (плотность населения), равенства и т. д.

2. *Равенство* независимо от расы, пола, места жительства.

3. *Условия жизни в районе* включают общие условия жизни, имеющиеся возможности для отдыха и получения услуг, число больничных коек и библиотек. Другие социальные условия (спортивные, культурные).

Построение показателей и создание системы оценок

Бен-Чи Лю ссылается на три основных метода построения показателей, которые рассматриваются и оцениваются в его работе:

1) стандартный аддитивный метод; 2) усовершенствованный стандартный аддитивный метод и 3) факторный анализ, или анализ компонентов.

Стандартный аддитивный метод. В соответствии с этим методом параметры начального распределения исходных данных нормализуются к общему нулю и приведенному среднеквадратичному отклонению (значению z). Стандартизация исключает единицу измерения для различных переменных для того, что-

бы стандартизированные значения можно было складывать и вычитать. Так как после такого преобразования все переменные принимают значения независимо от единицы измерения, стандартизованный аддитивный метод получения индексов качества жизни заключается в сложении или вычитании взвешенных значений z , причем веса приписываются каждой переменной отдельно.

Усовершенствованный стандартный аддитивный метод. Этот метод состоит в том, что все наблюдения подразделяются на пять классов в зависимости от статистического распределения значений z . Баллы (от 1 до 5) приписываются классам на основании относительных значений переменной следующим образом:

- 5 баллов — для значений z больше чем $+0,83$,
- 4 балла — для значений z между $+0,83$ и $+0,25$,
- 3 балла — для значений z между $+0,25$ и $-0,25$,
- 2 балла — для значений z между $-0,25$ и $-0,83$,
- 1 балл — для значений z меньше $-0,83$.

После того как все значения z заменяются баллами, можно использовать схему взвешивания, аналогичную той, которую мы применяли для значений z при построении индексов качества жизни.

Факторный анализ. Факторный анализ имеет целью установить «прочность» всех связей между всеми переменными, выбранными для исследования. С помощью этого метода стремятся объяснить максимальное отклонение или наилучшее воспроизведение наблюдаемых корреляций с помощью меньшего (по количеству элементов) набора линейных комбинаций исходных переменных. Автор утверждает, что «многие исследования по измерению качества жизни в Соединенных Штатах показали, что между ранжировкой, полученной в результате использования стандартных аддитивных методов, и сложным факторным анализом нет большой разницы». Таким образом, второй метод использовался только для «методологических сравнений» [77].

Полученные результаты и их значение

Крупные, средние и небольшие городские районы сравнивались по пяти компонентам. Города классифицируют как выдающиеся, прекрасные, хорошие, удовлетворительные и неудовлетворительные, исходя из следующих компонентов: экономического, политического, окружающей среды, здоровья и

образования и социального. Отметим наиболее важные результаты проведенного исследования и их значение.

1. Лишь очень немногие изученные районы получили одинаковую оценку по всем пяти компонентам, что свидетельствует о разнообразии характеристик различных географических районов страны.

2. Исследование показывает «трудность построения единого индекса, который отражал бы общее качество жизни в городских районах, или социальное благополучие этих районов в данный период времени. Таким образом, в настоящее время рассмотрение одного показателя общего социального благополучия теоретически спорно, не говоря о том, что очень трудно эмпирическим путем выбрать один индекс для измерения многомерного понятия качества жизни, поскольку отсутствует согласованность при взвешивании компонентов качества жизни» [78].

3. Полученные результаты еще не доказывают превосходства того или иного района над другими. Эти данные, следовательно, «могут ввести в заблуждение и уж во всяком случае их недостаточно, чтобы создать основу программ развития городов» [78].

4. Результаты показывают «слабую» связь между оценкой экономического компонента и оценками других компонентов качества жизни и приводят к выводу о том, что ни один отдельно взятый компонент не может обеспечить достаточно общего качества жизни. Точно так же неудовлетворительные оценки одного компонента не обязательно ведут к общим низким значениям.

5. Имелись данные о компромиссных и обратных зависимостях между экономическим развитием и качеством окружающей среды.

6. Результаты «указывают на то, что основные различия в качестве жизни касаются не экономического или политического компонента, а скорее относятся к компонентам социальному, здоровья и образования, окружающей среды. Различия географических условий и явная концентрация неблагоприятных условий в определенных районах представляют собой специальные проблемы, требующие целенаправленной политики и действий» [79].

7. [Это исследование представляет собой шаг вперед в изучении проблемы социального благополучия, так как в нем теоретически разработана концептуальная модель для обработки параметров при определении качества жизни; эта модель также использована на практике для систематического количественного определения изменяющихся компонентов качества жизни в городах Соединенных Штатов» [79].

Ежегодный отчет совета по контролю качества окружающей среды [80]

В отчете о качестве окружающей среды, который предполагается выпускать в дальнейшем по крайней мере раз в год, сообщается о состоянии окружающей среды и мерах по его улучшению. Здесь рассматриваются следующие проблемы:

Использование земель: результаты использования земель, стимулы к их рациональному использованию; контроль.

Перспективы сохранения окружающей среды: энергия, качество воздуха и воды, допустимые уровни радиации, шума. Вопросы о стоимости очистных сооружений и охране природных богатств (животный мир, парки, лесные ресурсы).

Условия и тенденции, свойственные окружающей среде: загрязнение, качество воздуха, качество воды, источники загрязнения, минеральные и материальные ресурсы, пестициды, животный мир и естественная среда, индексы качества окружающей среды.

Акты государственной политики по охране окружающей среды: изменение состояния окружающей среды, административные меры, необходимость разработки соответствующих документов.

Глобальная окружающая среда.

Исследования, проводимые советом по контролю качества окружающей среды.

Мониторинг качества жизни с помощью таблиц входа-выхода

Чтобы показать взаимозависимость между *действиями* и *целями*, Терлецкий [81] предложил использовать таблицы входа-выхода. Его в основном интересуют цели, имеющие отношение к следующим факторам или сферам:

1. Свобода, справедливость, гармония.
2. Здоровье и общественная безопасность.
3. Образование (среднее и высшее), квалификация, достаточный и постоянный доход.
4. Среда, в которой находится человек (состояние жилого помещения, район, удобство расположения, качество окружающей среды, развлечения).
5. Факторы более высокого порядка: эстетический, наука, искусство, досуг.
6. Экономическая база.

В табл. 10.4 сведены выбранные предварительно показатели, дающие представление о результатах достижения целей. На основе этих данных можно составить «таблицу вход-выход»

Таблица 10.4

Факторы (сферы) и соответствующие основные показатели результатов достижения целей¹⁾

Факторы	Основные показатели результатов достижения целей (выходов)
I. Свобода, справедливость и гармония	Еще не определены
II. Здоровье и безопасность Здоровье Общественная безопасность	Средняя ожидаемая продолжительность жизни при рождении Число нетрудоспособных вследствие хронических болезней Число тяжчайших преступлений
III. Образование, квалификация и доход Школьное образование Высшее образование Квалификация Достаточный и постоянный доход	Индекс средних оценок по языку и математике в 12-м классе Процент оканчивающих колледж в соответствующей возрастной группе Средний заработок Число людей, оказавшихся вне основного потока рабочей силы Число людей, живущих в условиях бедности Число людей, живущих в условиях, близких к бедности Число людей, уровень жизни которых постоянно падает более чем на 30%
IV. Среда, в которой находится человек Состояние жилого помещения Район Удобство расположения Качество окружающей среды Развлечения	Процент людей, живущих в домах, не соответствующих нормам Процент людей, живущих в хороших районах Индекс затрат на поездки и транспорт Процент людей, подвергающихся вредному влиянию загрязнения Процент людей, регулярно принимающих участие в развлечениях
V. Факторы более высокого порядка Красоты природы Наука Искусство Досуг	Число районов, в которых берегут природу Количество ученых, ведущих исследования основных научных проблем Число активных деятелей искусства Среднее время, свободное от работы и забот
VI. Экономическая база	Валовой национальный продукт

¹⁾ Terleckyi N. E., *Measuring Progress Toward Social Goals: Some Possibilities at National and Local Levels*, *Management Science*, 16, 12, B-770, © 1970 (С разрешения автора The Institute of Management Sciences.)

которая продемонстрирует, какие действия способствуют достижению каждой цели. Кроме того, в ней можно показать общую стоимость каждого действия на каждый период, а также поместить статистические данные об изменениях, отображаемых в показателе, который выбран для мониторинга каждой цели.

Уместно сделать следующие замечания о вышеупомянутой модели.

1. Таблицы входа-выхода можно дополнить законченной моделью вход-выход Леонтьева¹⁾, о которой речь пойдет в следующей главе. Для того чтобы использовать эту модель, необходимо расширить наши знания о том, какие взаимосвязи должны существовать между целями и действиями.

2. Нам нужна «теория производства», т. е. точное определение того, как каждый вход влияет на каждый выход и в какой степени. Социальные и правительственные программы представляют собой «многовыходные программы...», при многовыходных действиях и взаимозависимостях подразумевается, что системы являются открытыми... Открытые системы постоянно взаимодействуют со своим окружением, с непрерывными входами и выходами, с динамическими функциями и изменяющимися состояниями. Поэтому необходима [строгая]... спецификация систем и рабочих характеристик... Требуется также конкретизация точек вмешательства и показателей, так как внешние факторы — положительные и отрицательные — открытых систем требуют уточнения и определения» [82].

Очевидно, что в нашем проекте социальных систем мы еще очень далеки от того, чтобы полностью установить и понять «взаимозависимость и обратные связи между целями и действиями», не говоря о том, чтобы определить их и измерить [82].

3. Нам необходим «оценочный статистический проект», т. е. мы должны собирать данные по показателям работы систем, которые не только бы вычисляли, но и оценивали и измеряли прогресс в достижении точно установленных целей. К сожалению, большинство статистических данных, включая экономические показатели в их настоящем виде, не обеспечивают оценку возможных программ и стратегий. Они являются результатом «административного», а не «оценочного процесса» [83].

4. Мы должны сделать выбор между необходимостью создания надежной системы информации и сбора данных, чтобы обеспечить работу «государственной системы распределения», и возражениями общественности против усиления контроля за

¹⁾ «Таблицы вход-выход», «модели вход-выход» в отечественной литературе обычно называют «таблицы затраты — выпуск», «модели затраты — выпуск». — *Прим. ред.*

информацией [83]. Эта проблема является главной в споре между сторонниками планирования и сторонниками свободного предпринимательства [84].

5. Процесс принятия политических решений имеет несколько характеристик, которые окажут влияние на попытки анализа целей.

а) Трудности точного установления целей общественных программ и невозможности отделения средств от целей.

б) Формулирование цели по мере оченивания средств, т. е. по мере рассмотрения определенных программ и стратегий.

в) Политический процесс — процесс достижения согласованности, протекающий в виде дискретных изменений и сосредоточенный на самом себе, т. е. на политической программе действий; при этом намеренно избегают явных формулировок, целей и оценок [85].

Дополнение

Описанную выше модель Терлецкого «можно использовать для моделирования и анализа компромиссов, которые до сих пор не проводились» [86]. Например, утверждают, что некоторая программа может привести к *увеличению* числа нетрудоспособных и одновременно вызвать *уменьшение* числа тяжких преступлений. Модель можно использовать для описания как международных, так и местных явлений. Можно также представить себе существование *системы информации*, «предназначенной для общественной системы, которая не подлежит контролю со стороны соответствующих правительственных органов и должна направлять их внимание на необходимые действия. То есть этой системой должны управлять сами граждане, а не официальные лица; в действительности она должна помочь первым контролировать последних» [87].

Подобная система может привести к установлению «различий в оценке разных факторов качества жизни со стороны разных групп», «различных ожиданий» и новых «социальных явлений», как, например, возникшее недавно движение за освобождение женщин [88].

Система национальной отчетности

Система социальной отчетности, описанная Гроссом, является более исчерпывающей, чем две модели, которые мы обсуждали выше, хотя все они имеют целью получить одии и тот же результат. Они должны дать ответ на следующие вопросы¹⁾:

¹⁾ Gross B. M., The State of the Nation: Social Systems Accounting, in Bauer R. A., Social Indicators, Cambridge, Mass., © 1966 (С разрешения American Academy of Arts and Sciences, Cambridge, Mass., MIT Press.)

1. Как наилучшим образом оценить положение государства?
2. Как в общих чертах обрисовать основные элементы любой широкой программы или плана развития страны?
3. Как установить различные следствия — первичные и вторичные, благоприятные и неблагоприятные, ожидаемые и неожиданные — новой программы или достижение выдвигаемых государственных целей [89]?

Система национальной социальной отчетности должна «выходить далеко за рамки экономики» и «объединять в агрегированном виде понятия, которыми пользуются экономисты, социологи, антропологи, психологи и социальные психологи... Состояние государства в любой период времени — в прошлом, настоящем или будущем — можно анализировать, пользуясь двумя взаимосвязанными многомерными компонентами: структурой и работой системы... *Структура системы* связана с внутренними отношениями между частями системы, а *работа системы* — с обеспечением входа и его преобразованием в выход. И тот и другой компонент взаимодействует с внешней окружающей средой... Они определяют концептуальные рамки для упорядочения любой — и качественной, и количественной — информации относительно государственных целей и того, в какой степени последние достижимы» [90].

Такое разделение на две части (структура и работа), предложенное Гроссом, не является новым. Подобные методы используются в деловой отчетности: в балансовом отчете фирмы находит отражение ее финансовая структура (активы и денежные обязательства), а в отчете о доходах — деятельность фирмы за указанный период. Структуру и работу можно также связать с двумя понятиями: *состояния* и *потоки*, о которых мы уже упоминали в предыдущей главе.

Полная система государственной отчетности будет включать понятия, необходимые для

- 1) структурирования информации для прошедшего или настоящего периода;
- 2) формулирования целей (желательных состояний системы в будущем, ради которых создаются программы);
- 3) установления критериев оценки.

Структура любой социальной системы состоит из людей и материальных ресурсов, сгруппированных в подсистемы, которые связаны между собой и с внешним окружением, могут быть оценены и подчиняются центральной системе управления; последняя может помочь обеспечить возможность работы [социальной системы] в будущем [91].

Работа любой социальной системы — это деятельность, направленная на: 1) удовлетворение интересов различных «заинтересованных сторон», 2) обеспечение самого разнообразного по качеству и количеству выхода, 3) вложения в систему для обеспечения выхода в будущем, 4) эффективное использование входа, 5) обеспечение ресурсами; причем эта деятельность протекает в соответствии с 6) различными правилами поведения и 7) изменяющимися концепциями технической и административной (управленческой) рациональности...

Таблица 10.5

Работа системы (на примере организации и государства)¹⁾

Элементы работы	Организация	Государство
1. Удовлетворение интересов «Заинтересованные стороны»	Члены организации, клиентура, инспекторы, другие группы	Народ, группы, организации, комитеты, иностранные клиенты, поставщики, союзники
Интересы сторон	Занятость, условия труда, высокий доход, интересная работа, участие в управлении, положение, уважение	Полная занятость, подходящая работа, высокий доход, свободное время, здоровье, участие в социальной жизни, достоинство человека, «общее благоденствие»
Степень удовлетворения интересов	Высказанные мнения, выбор, оплата, результаты	Высказанные мнения, выбор, оплата, результаты
2. Выпуск продукции Номенклатура выпуска	Виды продукции (функции, задачи)	Виды продукции для каждого сектора, выпуск, не включаемый в экономические отчеты
Количество	В денежном выражении: условно-чистая продукция, общая	В денежном выражении: валовой национальный продукт, заключенные сделки
Качество	Удовлетворительное качество, характеристика продукта, производственные процессы, качество выхода	Удовлетворительное качество, характеристика продукта, производственные процессы, качество выхода
3. Вложения в систему Средства производства	Земля, здания, оборудование, станки, материалы	Разработка и сохранение ресурсов; здания и т. д.
Рабочая сила	Обучение	Образование, здоровье
Подсистема	Улучшенная организация	Создание и адаптация организаций
Внешние отношения	Кооперация с другими организациями	Создание союзов и международных организаций

1) Заимствовано из работы Gross B. M., The State of the Nation: Social Systems Accounting, in Bauer R. A. (ed.), Social Indicators, Cambridge, Mass., MIT Press, © 1966, pp. 217—218. (С разрешения American Academy of Arts and Sciences, Boston.)

Продолжение

Элементы работы	Организация	Государство
4. Эффективное использование входа Достижение потенциала	Эффективное использование производственных мощностей, низкий уровень отходов	Эффективное использование производственных мощностей, полное использование выхода
Прибыльность	Общая прибыль или прибыль на единицу продукции, общий актив или число сделок (только для торгующих организаций)	Не имеет отношения
Затраты на единицу продукции	Общие затраты на единицу продукции, затраты на вход, «не оплачиваемые организациями»	Общие затраты на единицу продукции, прямые и косвенные
Соотношения выход — вход	Отношения между выходом и рабочей силой, капиталом или материалами	Отношения между выходом и рабочей силой или капиталом
5. Обеспечение ресурсов Деньги	Доходы, займы, капиталовложения	Внешняя торговля, иностранные капиталовложения, налоги
Рабочая сила	Прием на работу	Иммиграция, рост населения
Товары	Закупка	Внешняя торговля, захват, экспроприация
6. Соблюдение правил и законов внешних	Соблюдение или нарушение правил, законов, норм поведения	Соблюдение или нарушение международных законов и норм поведения
внутренних	Правила, принятые в организации	Государственная конституция и законы
7. Рациональное поведение Техническая рациональность	Использование соответствующих достижений науки и техники	Развитие и использование достижений науки и техники
Административная рациональность	Использование зарекомендовавших себя наилучшим образом методов управления организацией	Использование зарекомендовавших себя наилучшим образом методов руководства государством

Формулирование рабочих целей [т.е. переход от одной стадии к другой] является обычно единственным средством вызвать какие-либо изменения в социальной структуре [92, 93].

Таблица 10.5 иллюстрирует работу системы на примере организации и государства.

Заключение

В этой главе мы рассмотрели попытки, которые были предприняты за последние годы, чтобы измерить социальные условия, не прибегая к экономическим терминам. Исследования данной проблемы находятся еще на начальной стадии из-за серьезных методологических трудностей¹⁾, которые необходимо преодолеть. Читатель, безусловно, заметит, какое влияние на нашу повседневную жизнь оказывают новые органы, такие, как Агентство по защите окружающей среды США. Этим органам поручено не только осуществлять мониторинг социальных условий и условий окружающей среды, но и способствовать улучшению их измерения. Если этого не сделать с самого начала, то не будет уровня, с которым можно будет сравнивать прогресс в будущем. Наш жизненный уровень следует измерять, не ограничиваясь таким показателем, как валовой национальный продукт, скорее следует ориентироваться на индексы качества жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Janssen R. F., The Outlook, Appraisal of Current Trends in Business and Finance, *Wall Street Journal*, 6, 1 (April 1970).
2. Alchian A. A., Allen W. R., *University Economics* (2nd ed.), Belmont, Calif., Wadsworth, 1967, p. 512.
3. Kapp K. W., Social Costs of the Business Enterprise, in Goldman M. (ed.), *Controlling Pollution*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1967, p. 82; Perry D. L., *Social Marketing Strategies, Conservation Issues and Analysis*, Pacific Palisades, Goodyear, 1976.
4. Mishan E. J., *Technology and Growth, The Price We Pay*, New York, Praeger, 1971.
5. Sametz A. W., Production of Goods and Services, The Measurement of Economic Growth, in Sheldon E. H. B., Moore W. E. (eds.), *Indicators of Social Change, Concepts and Measurements*, New York, Russell Sage, 1968, pp. 77—96.
6. Lukacs J., The Paradox of Prosperity, *Commentary*, 49, 2, 65 (February 1970).
7. См. п. 1, с. 1.
8. См. п. 6, с. 68.
9. Kendrick J. W., *Productivity Trends in the United States*, Princeton, N. J., Princeton University Press, 1961.
10. Kendrick J. W., Creamer D., *Measuring Company Productivity*, Study No. 89, New York, National Industrial Conference Board, 1965.

¹⁾ Эти трудности заключаются, как может заметить читатель, не столько в выборе соответствующей гносеологической концепции и варианта методологии научных исследований, сколько в выборе мировоззренческо-методологической основы для познания социальных явлений и процессов. — *Прим. ред.*

11. Fabricant S., A Primer on Productivity, New York, Random House, 1969.
12. Gross M. B., The State of the Nation. Social Systems Accounting, in Bauer R. A. (ed.), Social Indicators, Cambridge, Mass, M. I. T., Press, 1966, p. 227.
13. Там же, с. 228.
14. Там же, с. 226.
15. Levine R. A., Systems Analysis in the War on Poverty, in Cleland D. I., King W. R., Systems, Organizations, Analysis, Management, A Book of Readings, New York, McGraw-Hill, 1969, p. 237.
16. Mogull R. F., Definition, Identification, and Causes of Poverty, A Review Article, Modern Society (May—August 1970), pp. 43—47; American Poverty in the 1960's, Phylon, 33, 161—168 (Summer 1972).
17. Crime and Delinquency in California, Bureau of Criminal Statistics, State of California, Department of Justice, Division of Law Enforcement, Sacramento, Calif., Annual Report, 1970, pp. 2, 3, 7.
18. Crime and Delinquency in California, 1967, pp. 20—21.
19. State Judicial Information System, Technical Report No. 17, Sacramento, Calif., September 1976.
20. Biderman A. D., Social Indicators and Goals, in Bauer R. A. (ed.), Social Indicators, Cambridge, Mass., M. I. T. Press, 1967, pp. 117—118.
21. Там же, с. 123.
22. Там же, с. 124.
23. Там же, с. 125—126.
24. Там же, с. 128. См. также Social Indicators 1973, p. 60—61. В указываемых сообщениях речь идет об ограничениях, присущих статистическим данным по уголовному делопроизводству, которые необходимо учитывать при построении на их основе социальных показателей в сфере общественной безопасности.
25. Maltz M. D., Measures of Effectiveness for Crime Reduction Programs, *Operations Research*, 23, 3, 452—474 (May—June 1975).
26. Heller N. B.; McEwen J. T., The Use of an Incident Seriousness Index in the Deployment of Police Patrol Manpower, Board of Police Commissioners, St. Louis, Missouri, Police Department, 1972.
27. См. п. 25, с. 469.
28. Sellin T., Wolfgang M. E., The Measurement of Delinquency, New York, Wiley, 1964, p. 349.
29. Olson M., Jr., Social Indicators and Social Accounts, *Socio-Economic Planning Science*, 2, Nos. 2—4, 336 (April 1969).
30. Там же, с. 339.
31. Hoffenberg M., Comments, on Measuring Progress Toward Social Goals: Some Possibilities at National and Local Levels, *Management Science*, 16, 12 (August 1970), B-779. «Показатель на выходе системы говорит о ее производительности, но не может служить образцом, по которому можно оценивать». Или, говоря другими словами, сам индикатор не имеет нормативного содержания, если для него не установлен какой-либо стандарт. Частное сообщение.
32. См. п. 29, с. 339.
33. Mattessich R., Accounting and Analytical Methods, Homewood, Ill., Irwin, 1964, pp. 61, 63.
34. См. п. 29, с. 344.
35. См. п. 28.
36. Crime and Delinquency in California. С 1967 г. и далее.
37. Eastman C., Johnson N. J., Kortanek, A New Approach: To an Urban Information Process, *Management Science*, 16, 12, B-733—B-738 (August 1970).
38. См. п. 12, с. 261.
39. Там же, с. 263.

40. См. п. 29, с. 346.
41. Braybrooke D., Lindblom C. E., *A Strategy of Decision*, New York, Free Press, 1963.
42. Brown D. G., *A Scheme for Measuring The Output of Higher Education*, Seminar on Outputs of Higher Education. Boulder, Colo., Western Interstate Commission for Higher Education, July 1970, p. 28.
43. Malizia E. E., *Comparative Evaluation of Two Sets of Social Indicators*, *Management Science*, 22, 3, 377 (November 1975).
44. U. S. Department of Health, Education and Welfare, *Toward a Social Report*, Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1969.
45. Там же, с. XII—XIII; п. 29, с. 335—346; *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, Social Goals and Indicators for American Society, 371, I (May 1967); 373, II (September 1967); *Political Intelligence for America's Future*, 388 (March 1970), Sheldon E. B., Moore W. E. (eds.), *Indicators of Social Change, Concepts and Measurements*, New York, Russell Sage, 1968.
46. Executive Office of the President: Office of Management and Budget, *Social Indicators 1973*, Washington, D. C., 1973, p. XIII.
47. См. п. 46, с. 1. Большая часть сведений в этом разделе заимствована из этого источника, если не указаны другие, поэтому в тексте сноски на эту работу отсутствуют.
48. Balinsky W., Berger R., *A Review of the Research on General Health Status Indexes*, *Medical Care*, 13, 4, 283—293 (1975).
49. Torrance G. W., *Health Status Index Models, A Unified Mathematical View*, *Management Science*, 22, 9, 990—1001 (1976).
50. Giaque W. C., *A Multiattribute Approach to Measure Quality of Health Care*. Prepared for Office of Naval Research, Monterey, Calif., Naval Postgraduate School, March 1976.
51. Giaque W. C., Peebles T. C., *Application of Multidimensional Utility Theory in Determining Optimal Test Treatment Strategies for Streptococcal Sore Throat and Rheumatic Fever*, *Operations Research*, 24, 5 (September—October 1976).
52. Mantel S. J., Jr., et al., *A Social Service Measurement Model*, *Operations Research*, 23, 2, 218—239 (March—April 1975).
53. CPHA Policy Statement on «Quality» in Health Care, *Canadian Journal of Public Health*, 64, 407—408 (July—August 1973).
54. Freymann J., *The American Care System, Its Genesis and Trajectory*, New York, Medcom., 1974, p. 73.
55. См. п. 44, гл. 2.
56. Dalkey N. C., Lewis R. J., Snyder D., *Measurement and Analysis of the Quality of Life*, Report No. RM-6228-DOT, Santa Monica, Calif., The Rand Corp., August 1970.
57. Dalkey N. C., Rourke D. L., *Experimental Assessment of Delphi, Procedures with Group Value Judgments*, Santa Monica, Calif., The Rand Corporation, 1971.
58. Dalkey N. C. — *Studies in the Quality of Life — Delphi and Decision Making*, Lexington, Mass., Heath, 1972.
59. Dalkey N. C., Helmer O., *An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts*, *Management Science*, 9, 3, 458 (1963).
60. U. S. Environmental Protection Agency, *The Quality of Life Concept: A Potential New Tool for Decision Makers*, Washington D. C., Office of Research and Monitoring, Environmental Studies, Division, 1973, p. 1—50.
61. Hornback K. E., et al., *Studies in Environment, Vol. II, Quality of Life*, Prepared for Office of Research and Development, U. S. Environmental Protection Agency, Washington D. C., 1974.
62. Там же, с. 15.
63. Там же, с. 21.

64. В авторской формулировке параметры α_i и β_j имели соответственно веса Q_i и S_j , «чтобы указывать на то, что средние объективные и субъективные меры могут быть разными по важности». Автор также использует коэффициент нормализации, равный $1/(\alpha_i + \beta_j)$, но мы его опустим.
65. Там же, с. 23—25.
66. Cooper W. W., Johnson N., Kortanek K. O., *Systems Approaches to Urban Planning: Mixed, Conditional, Adaptive and Other Alternatives, Policy Sciences*, 1, 4 (Winter 1971).
67. Там же, с. 88—92.
68. Ben-Chieh Liu, *Quality of Life Indicators in U. S. Metropolitan Areas*, New York, Praeger, 1976.
Ben-Chieh Liu, *Quality of Life, Concept, Measure and Results, The American Journal of Economics and Sociology*, 34, 1 (January 1975), pp. 1—13.
69. Ben-Chieh Liu, *Quality of Life Indicators in U. S. Metropolitan Areas, A Statistical Analysis*, op. cit., p. 16. Дальше мы будем указывать только Ben-Chieh Liu, Praeger.
70. Этот раздел об индексах качества окружающей среды, опубликованных Национальной федерацией по охране диких животных, введен в нашу работу ввиду своей актуальности. Опубликовано отдельно от предыдущей работы.
71. *National Wildlife*, 9, 6 (October—November 1971).
72. См. также *National Wildlife Federation, Environmental Quality Indexes*, 7th ed., 1976, and 8th ed., 1977.
73. *The Citizens Conference of State Legislatures, State Legislatures: An Evaluation of their Effectiveness*, New York, Praeger, 1971.
74. Rokeach M., Parker S., *Values as Social Indicators of Poverty and Race Relations in America, Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 388 (March 1970), pp. 97—111; Rokeach M., Parker S., *The Nature of Human Values*, New York, Free Press, 1973; Ball S. J., Rokeach M., *Value and Violence, A Test of the Subculture of Violence Thesis, American Sociological Review*, 38, 6 (December 1973), p. 736—749.
75. См. п. 69, с. 53.
76. Здесь приводятся только характерные факторы. Полные списки читатель может найти в оригинальной работе.
77. См. п. 69, с. 91—92.
78. Там же, с. 218—223
79. Там же.
80. *U S Council on Environmental Quality, Executive Office of the President, Annual Report of the Council*, Washington, D. C., December, 1974
81. Telecky N. E., *Measuring Progress Toward Social Goals, Some Possibilities at National and Local Levels, Management Science*, 16, 12 (August 1970). B-765 — B-778.
82. Hoffenberg B-781.
83. Там же, с. 782.
84. Van Gigch J. P., *Planning for Freedom, Management Science*, 22, 9 (May 1976), pp. 949—961
85. Эти пояснения мы относим на счет Линдблома.
86. Charnes A., Cooper W. W., Kozmetsky G., *Meaning, Monitoring and Modeling Quality of Life, Management Science* 19 10 1172—1188 (June 1973)
87. Там же, с. 1178
88. Там же, с. 1179
89. Gross, с. 154
90. Там же, с. 155.
91. Там же, с. 162, 183
92. Там же, с. 184, 213
93. Gross B. M. (ed.), *Social Intelligence for America's Future, Explorations in Societal Problems*, Boston, Allyn and Bacon, 1969.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редакторов перевода	5
Предисловие к американскому изданию	9
Предисловие	11
Глава 1. Системный подход: введение и примеры	15
Глава 2. Системный подход и общая теория систем (ОТС)	54
Глава 3. Основные принципы общей теории систем	80
Глава 4. Процесс принятия решений	110
Глава 5. Процесс проектирования систем: системная парадигма	137
Глава 6. Цели, приоритеты и компромиссы	149
Глава 7. Этические аспекты проектирования систем	188
Глава 8. Количественное определение и измерение	219
Глава 9. Проблемы измерения и общественные науки	251
Глава 10. Социальные показатели и качество жизни	285

Джон ван Гиг

ПРИКЛАДНАЯ ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ

Кн. 1

Научный редактор Л. А. Паршина.
Художник Т. С. Андреева.
Технический редактор Л. П. Бирюкова.

Младший научный редактор Н. Н. Титова.
Художественный редактор Л. Е. Безрученков
Корректор К. Л. Водяницкая.

ИБ № 2367

Сдано в набор 6.03.81. Подписано к печати 15.06.81. Формат 60×90^{1/16}. Бумага типографская № 2 Гарнитура литературная Печать высокая. Объем 10,5 печ. л. Усл. печ. л. 21. Усл. кр.-отт. 21 Уч.-изд. л. 22,62. Изд. № 20/0963. Тираж 7000 экз. Зак. 1062. Цена 2 р. 40 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»

129820, Москва, И-110, ГСП 1-й Рижский пер., 2.

Ленинградская типография № 2 головное предприятие ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 198052, г. Ленинград, Л-62, Измайловский проспект, 29.