ББК 22.18
Н34
УДК 519.81 (0.062) + 519.226 (0.062)

Науман Э.
Н34 Принять решение — но как?: Пер. с нем.— М.: Мир, 1987.— 198 с., ил.

На примерах, заимствованных из жизни, специалист из ГДР Э. Науман знакомит читателя с основными идеями и методами теории приятия решений.

Для широкого круга читателей.

Н $\frac{1702070000-393}{041(01)-87}$ 26—87, ч.1 **ББК 22.18**

Редакция научно-популярной
и научно-фантастической литературы

© VEB Fachbuchverlag
Leipzig 1983
© перевод на русский язык,
«Мир», 1987

ОТ РЕДАКТОРА ПЕРЕВОДА

Явлений знак узнай
и будешь властен...

О. Сулейменов. Глиняная книга

Наша жизнь пронизана решениями. Их так много и принимаем мы их так часто, что в большинстве случаев этого просто не осознаем. Лишь наиболее важные и трудные решения как-то выделяются и становятся предметом анализа. Но даже и в сложных случаях большинство из нас почему-то считают, что как-нибудь справятся с ситуацией самостоятельно, без посторонней помощи. Между тем, это не всегда так. Сегодня совершенно очевидно, что неоптимальность решений, принимаемых в жизненных и производственных ситуациях, лишает нас значительной доли возможностей и ресурсов. И чем сложнее ситуации, тем больше потери. Именно способность принимать целенаправленные решения выделяет человека из окружающего живого мира. Однако как часто приходится удивляться тому, сколь неоптимальны бывают наши решения.

А ведь принятию решений можно учиться. Да, да! Есть такая наука, которая носит название «теория принятия решений». Познав ее, мы станем гораздо лучше принимать типовые решения. Да и в уникальных случаях будем осмотрительнее. Беда лишь в том, что наука эта весьма непростая. Скорее это даже комплекс наук, пронизанный изрядной долей математики. Тут и методы исследования операций, и системотехника, и кибернетика, и вычислительная техника (программирование и умение работать на ЭВМ), и психология, и социология. А еще необходимо, конечно, чтобы человек профессионально разбирался и в той конкретной области, к которой относится решаемая задача.

Вот почему не так много людей пользуются в своей практике методами теории принятия решений.

Сравнительно недавно появилось одно важное обстоятельство: в жизнь входят ЭВМ нового поколения, которые весьма «дружелюбно» настроены по отношению к пользователю — с ними можно «вести диалог», можно перебирать и сравнивать множество вариантов, они позволили создать человеко-машинные комплексы, специально предназначенные для принятия реше-

ний. Человек и машина прекрасно дополняют друг друга. Машина несравненна в скорости перебора вариантов, а человек прекрасно ориентируется в целях и оценках окончательных решений. Первые пока еще робкие шаги к практической реализации идеи этого симбиоза привели к разработке так называемых экспертных систем. Речь идет о машинах, снабженных банками знаний, добытых не только из «объективных» источников, но и с помощью опросов специалистов-экспертов. Накапливая информацию об успехах и неудачах конкретных решений, экспертные системы через некоторое время оказываются способными превосходить «безоружного» человека не только в быстроте, но и в качестве решений. Такая система должна уже обладать элементами искусственного интеллекта. Как тут не вспомнить писателей-фантастов, в частности А. Азимова с его законами робототехники!

Сегодня все это уже не фантастика, а реальность. Она входит в нашу жизнь, и надо быть готовым со всей полнотой использовать то новое, что предлагает нам технический прогресс. А для этого необходимо учиться!

Давайте посмотрим, что представляет собой процесс принятия решений. Этот процесс можно расчленять и препарировать по-разному. С одним из способов вы встретитесь в данной книге. Выделим пока лишь наиболее крупные принципиальные его моменты. Прежде всего — цель. Пока нет цели — нет и проблемы, которую надо решать. Как говорил Сенека, для корабля, который не знает куда плыть, нет попутного ветра. Как было бы хорошо, если бы в любой задаче мы могли выбрать один-единственный простой и ясный показатель, который говорил бы о близости нашей цели. Увы! Проблема целеполагания превратилась едва ли не в центральную проблему всей современной науки. Пока она еще весьма далека от разрешения. А как же с проблемами, которые не могут ждать, требуют немедленного решения? Что ж, как всегда, приходится пользоваться теми несовершенными инструментами, какие существуют в настоящее время.

Кстати, практически мы коснулись здесь следующей проблемы, возникающей после формулировки цели,— проблемы измерения. Долгое время считалось, что измерение доступно только физикам. Постепенно выяснилось, что без этого не обходится ни одно серьезное исследование, чего бы оно ни касалось. Появились методы измерения даже в психологии и педагогике. Ну, а теперь мы уже располагаем общей математической теорией измерений. Имеется, что, быть может, даже важнее, широкая практика измерений в таких областях, где раньше сама мысль об измерении казалась чуть ли не кощунственной. Мы научились сравнивать внешние данные людей, проводя соревнования по фигурному катанию или, скажем, по художественной гимнастике. А если вы

скажете, что судьи не всегда бывают объективны, то мы ответим, что и при таком измерении, как взвешивание предмета на весах, тоже бывают ошибки.

Когда есть цель (или цели) и мы умеем измерять близость к ним, нас начинает интересовать следующий вопрос — где и как добыть информацию, необходимую для решения? В древней Индии говорили, что есть три источника информации: опыт, слово мудреца и озарение. С тех пор изменилось многое, но источники информации остались те же. При решении различных проблем нам часто приходится проводить специальные эксперименты. Их результаты в значительной мере используются при выработке решений. Причем сами эти эксперименты бывают двух типов. Либо мы просто собираем те данные, какие есть (это «пассивный эксперимент»), либо мы планируем и организуем определенные опыты. Тогда говорят о применении методов математической теории планирования эксперимента. А в первом случае приходится ограничиваться лишь оптимальными методами обработки пассивных данных. Дело в том, что при любом способе сбора данных их надо еще подвергнуть специальной обработке, осуществляемой, как правило, методами математической статистики или (в последнее время) анализа данных — новой статистической дисциплины, требующей широкого использования вычислительной техники. Обработка данных проводится для того, чтобы сделать их обозримыми и привести к виду, удобному для принятия решений.

Кроме результатов эксперимента, источником информации служит экспертный опрос — так мы получаем «слово мудреца». Его тоже надо оптимально организовать, а результаты — статистически обработать. Что же касается озарений, то они приходят к тем, кто упорно и вдохновенно трудится над решением стоящих перед ним задач. И никакой мистики здесь нет.

Вот теперь можно приступить, наконец, к выработке оптимального решения. Задача сводится к выработке различных мыслимых вариантов решения, их сравнению между собой и отысканию того решения (или чаще нескольких решений), которое обеспечивает наибольшую возможную близость результата к поставленной цели (или целям). Здесь часто помогают методы математического программирования (которое не надо путать с программированием для ЭВМ) и теория оптимизации.

И вот решение готово. Теперь остается воплотить его в жизнь и измерить достигнутый результат, чтобы убедиться, что на деле все обстоит совсем не так хорошо, как в теории. Что ж, из всего надо извлекать уроки. Опыт приводит к пересмотру целей, уточнению информации, совершенствованию методов ее обработки, оттачиванию техники выработки решений, совершенствованию механизма их внедрения в жизнь. Это и есть прогресс. Решения очень редко бывают окончательными, снимающими все

проблемы. Обычно как раз наоборот — каждое решение порождает новые задачи, и нет этому конца. Поэтому принятие решений следует воспринимать не как отдельный акт, а как процесс.

Если у вас хватило терпения дочитать до этого места, то можете вздохнуть с облегчением: дальше будет легче. Теперь мы перейдем непосредственно к предлагаемой вашему вниманию книге. Сразу скажем, что эта книга предназначена для самого первого знакомства с предметом. Она не рассчитана на тех, кто владеет теорией решений. Специалист не найдет в ней для себя нового. А вот школьник и студент, бригадир и мастер, инженер и домашняя хозяйка — ее основные читатели. Прочитав эту книгу и приняв решение о целесообразности дальнейшего совершенствования в этой области, можно обратиться к списку рекомендуемой литературы, специально составленному на этот случай. Он содержит лишь отдельные работы из огромного потока литературы по принятию решений, который не ослабевает уже многие годы. Правда, популярных книг, пригодных для начального знакомства, в нем пока почти нет.

Уже самое начало настоящей книги заставляет читателя включиться в проблему принятия решений. Вам предлагается решить, стоит ли купить, а следовательно и прочесть, эту книгу. Желание автора заинтриговать читателя вполне понятно. Но раз вы уже читаете эти строки, значит попались на удочку. Счастливого чтения!

Автор разбивает всю работу на три основных этапа: подготовка решения, выбор решения и заключительные выводы. Удобна и наглядна развиваемая в гл. 3 схема описания исходной ситуации для принятия решений с помощью системы вопросов. Это позволяет сразу «взять быка за рога». Говоря о подготовке решений, автор затрагивает все известные методы от подхода, основанного на пресловутом «здравом смысле», до морфологического метода, метода Делфи, техники построения сценариев и т. д. Сквозь всю книгу проходит идея построения деревьев решений, что делает наглядными многие запутанные ситуации. Конечно, на глубину изложения в столь небольшой популярной книге рассчитывать не приходится. Но ведь это популярное введение в предмет.

Остановимся несколько подробнее на гл. 7. По существу, она содержит описание одного из самых старых методов свертки критериев — так называемого метода линейной свертки. Этот метод не раз подвергался жесткой (и в основном справедливой) критике. Тем не менее его продолжают широко использовать на практике. Секрет живучести этого метода в его общедоступности и простоте. Неспециалист обычно рассуждает так: «Решу-ка я с помощью этого метода свою задачу. Пусть он не вполне обоснован, но сам я не лишен здравого смысла. Если в решении что-

го будет не так, я откажусь от примитивного подхода и пойду «на поклон» к специалисту. Пусть он мне поможет». О таком, вообще говоря, опасном ходе мыслей читатель должен помнить, знакомясь с гл. 7. Решение, полученное на основе «здравого смысла», нельзя считать научно обоснованным, чего не следует забывать. Хотя трудно предложить разумную альтернативу, пригодную для начинающего читателя, которую можно было бы изложить на должном уровне на страницах популярной книги.

Заключительные главы книги (с 8 по 11) будут весьма полезны, особенно гл. 8, где подчеркивается важность накопления положительного и отрицательного опыта принятия решений. Без этого, без механизма «обратной связи» эффективные решения невозможны.

Таким образом, предлагаемая книга представляет собой элементарное введение в проблематику принятия решений, написанное без использования математического аппарата. Непростой по содержанию материал преподносится в живой, порой шутливой форме, что облегчает его восприятие.

Мы говорили уже выше о современном состоянии и тенденциях развития теории и практики принятия ответственных решений. Так вот, эта книга представляется нам тем первым шагом, который может привести некоторых читателей к вершинам данной науки, а остальных сделает более внимательными и осторожными при выработке тех ключевых решений, перед необходимостью принятия которых ставит нас жизнь.

Вы уже заметили, что в теории принятия решений существует множество различных подходов. В одних упор сделан на математические методы, другие выдвигают на первый план психологические или организационные проблемы. Принцип «золотой середины», за который ратует и автор нашей книги, видимо, приводит нас к решению о том, что оптимальный подход должен сбалансировать все существующие взгляды и точки зрения. Перекос здесь ведет к односторонности, мы же с вами — последователи системного подхода, то есть точки зрения, согласно которой в любом важном деле, а значит, и в принятии решенний, нет мелочей. Все должно быть взвешено, учтено и поставлено на свое место. Умозрительно этот путь представляется единственно правильным. Но вы должны знать, что он тернист и труден. Он требует упорства, глубоких знаний, навыков коллективной работы, творческого подхода к делу и, быть может, главное — неуспокоенности. Давайте будем вырабатывать в себе эти прекрасные качества. Тогда мы сможем принимать более эффективные решения наших проблем. А значит, мы будем продуктивнее трудиться и интереснее жить. Ради этого стоит затратить усилия. Начнем хотя бы с этой книги.

Ю. Адлер

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

ЕСЛИ	Вариант 1	2	3	4	5	6	7
вы никогда не встречались с необходимостью принимать решения,							
вам редко приходится принимать решения,							
вы часто принимаете решения,							
вы не собираетесь пользоваться никакими методами, помогающими принимать решения,							
вы бы охотно (больше чем до сих пор) пользовались методами принятия решений,							
вам не знакомы методы принятия решений,							
вы уже знаете методы принятия решений,							
ТО							
что-то не так! Разве вы никогда не читали ресторанного меню и не принимали решения о выборе блюда? Найдите другую графу!							
вы ошибаетесь, полагаясь на интуицию или шаблон. Вы сможете принимать решения лучше и надежнее, если будете следовать системе. Перелистайте хотя бы раз эту книгу!							
прочтите эту книгу! Представьте, что вы неожиданно можете оказаться перед необходимостью принимать важные решения!							
и все же прочтите эту книгу! Вдруг вы познакомитесь с каким-нибудь методом принятия решений, которого прежде не знали,							
вы непременно должны прочесть эту книгу! Она написана именно для вас!							

1. ВВЕДЕНИЕ

Вы уже познакомились с таблицей, предложенной вместо предисловия? Она предвосхищает наиболее важные положения, которые рассматриваются ниже. То, что в таблице лишь намечено, будет представлено систематически и во взаимосвязи. Если же вы таблицу не посмотрели, откройте ее, пожалуйста, и прочтите.

Начнем с варианта 1. Людей, которым никогда не приходилось принимать решения, пожалуй, не существует. В жизни мы постоянно встречаемся с необходимостью принимать решения, которые могут повлечь за собой как более, так и менее серьезные последствия и от которых невозможно уклониться. Такими решениями, имеющими значительные последствия в личной жизни, могут быть, например, выбор профессии или спутника жизни, а в деловой области — направление капиталовложений. При этом ошибочные решения порой приводят к весьма плачевным, если не роковым последствиям. Когда же речь идет «только» о выборе подарка теще или о том, как провести вечер с неожиданно заглянувшим приятелем, ошибка, конечно, огорчительна, но не более — она не оказывает «решающего» влияния на нашу жизнь или на жизнь окружающих, как в предыдущих случаях.

Итак, тот, кто полагает, что далек от принятия решений, видимо, недостаточно задумывался над этим вопросом. Вся наша жизнь пронизана решениями, и нам непременно приходится встречаться с ними.

Есть категория людей, для которых принять какое-либо решение особенно мучительно (не зря пословица гласит: «Кому выбирать, тому и голову ломать»). Такие люди стараются избегать решений. Причины здесь могут быть самыми различными. Нередко это недостаточная уверенность в себе. Человек не верит, что способен принять правильное решение. Порой эта неуверенность связана с неумением должным образом оценить обстановку или предусмотреть последствия решения.

В то же время существуют и весьма решительные люди. Они долго не думают. Им не составляет труда остановиться на каком-

то определенном решении. И это проистекает вовсе не от легкомыслия.

Настоящая книга направлена на то, чтобы помочь, облегчить принятие решений в самых разных ситуациях, сделать решение более надежным. Вниманию читателя предлагается ряд простых правил, методов и рекомендаций по принятию решений. Осторожный и опасливый человек, принимая решение, найдет в них поддержку. Бойкий, решительный, напротив, получит предостережение от опрометчивого решения в важном вопросе.

Следует заметить, несмотря на то что как личная, так и деловая жизнь требуют от нас решений на каждом шагу, мы не очень склонны руководствоваться при их выборе некоторой системой или методикой. Иногда систематический подход даже отвергается (вариант 2 и 3). Руководствуясь каким-либо методом, одни чувствуют себя связанными, ограниченными какими-то рамками, другие боятся потерять ориентировку, сбиться с правильного пути. В действительности же в обоих случаях дело обстоит совсем наоборот. Теоретические знания должны помочь, они расширяют область возможных решений, способствуют более свободному их принятию.

Тот, кто до сих пор не интересовался теорией принятия решений и противился ее применению (варианты 4 и 7), будет, наверное, удивлен, что даже такой, казалось бы, абстрактный процесс, как поиск решения, можно анализировать и оптимизировать. Оказывается, можно научить и научиться быстро и надежно принимать правильные решения. Причем следует сразу же отмести всякие опасения по поводу недоступности или непостижимости теории из-за недостатка способностей.

Для тех, кто уже знаком с работами по принятию решений и приобрел некоторый опыт (варианты 5 и 6), эта книга может послужить небольшим справочным пособием, собранием методов и рекомендаций. Такие читатели располагают и собственными наблюдениями, и автор будет признателен, если они поделятся с ним своими советами и пожеланиями.

Ознакомившись с таблицей, вы в то же время узнали (или вновь встретили) один из *методов принятия решений*. По существу это упрощенная таблица решений. (Позже мы рассмотрим этот метод более подробно.) На ее примере наглядно видно, как ясно, однозначно и обозримо можно представить проблему, словесное описание которой потребовало бы много места и времени. Пользование таблицей ускоряет анализ и позволяет избежать ошибок.

Еще одно заключительное предупреждение. Метод — это прием, инструмент. А потому его можно применить и на пользу и во вред. (Ведь с помощью молотка можно что-то построить, а можно и разрушить!)

Методы не приводят к успеху автоматически, если их применять шаблонно. Решение — процесс творческий, даже если использовать заранее заданный метод. Ведь практически в принятии решений не бывает двух совершенно одинаковых задач. Прочтите эту книгу, и вы убедитесь, что даже неясную на первый взгляд ситуацию, в которой принимается решение, можно представить достаточно наглядно и обозримо. А это уже полдела. Ненадежность принимаемых решений почти всегда проистекает от неясности ситуации или необозримости последствий наших решений. Вот почему задача *поиска решения* по существу является задачей *подготовки решения*. Кстати, тот, кто уверен в своем выборе решения, гораздо легче перенесет горечь неприятных последствий, если это решение окажется неудачным.

2. ПРОБЛЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

2.1. ИЛЛЮЗИЯ И ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Всякий человек, которому предстоит принять решение, прежде всего должен убедиться, действительно ли перед ним стоит эта проблема.

Вы усмехаетесь?

Но представьте себе, что многие «проблемы» принятия решений при ближайшем рассмотрении оказываются лишь кажущимися. Макс Планк начал свой знаменитый доклад «Кажущиеся проблемы науки» (1946 г.) вопросом: на какой стороне в зале, где он выступает, находятся окна — справа или слева? На подобный вопрос можно ответить лишь в том случае, если одновременно указать собственное местонахождение. Только тогда он имеет смысл и вообще допускает решение.

Столь простой пример, естественно, понятен каждому. Однако кажущиеся проблемы, для которых не хватает определенных предпосылок (граничных условий), встречаются и в скрытой форме, при этом вначале еще надо показать, что это действительно проблемы, нуждающиеся в решении и допускающие его.

Возвратимся снова к Максу Планку. В своем докладе он, между прочим, остановился на природе элементарных частиц. Сам по себе вопрос о том, что представляет собой электрон, частицу или электромагнитную волну, по мнению ученого, сформулирован неверно. Физик-экспериментатор рассматривает элект-

рон то как частицу, то как волну в зависимости от поставленного эксперимента. Таким образом, этот вопрос только тогда имеет смысл, когда одновременно — как граничные условия — указываются способы доказательства. Иными словами, способ доказательства (способ измерения) является «решающим» фактором при определении природы электрона.

Впрочем, чтобы прояснить положение вещей, не обязательно углубляться в научные проблемы. Внимательно проследив за некоторыми разговорами, возникающими в повседневной жизни, вы обнаружите, что они содержат множество кажущихся проблем.

— Где лучше проводить отпуск: на море или в горах?

Этот вопрос (как часто он обсуждается!) в приведенной постановке не имеет решения. Ответ зависит от состояния вашего здоровья, от того, как вы переносите морской или горный климат, что вам больше по душе — купание в море или альпинизм и т. д.

Что важнее для народного хозяйства — развивать промышленность или сельское хозяйство? Какой предмет важнее в школе — математика или биология? Что приносит больше вреда — никотин или алкоголь? Какой способ соединения лучше — сварка или пайка? Каким образом надо повышать производительность на предприятии — за счет рационализации или за счет расширения производственных мощностей?

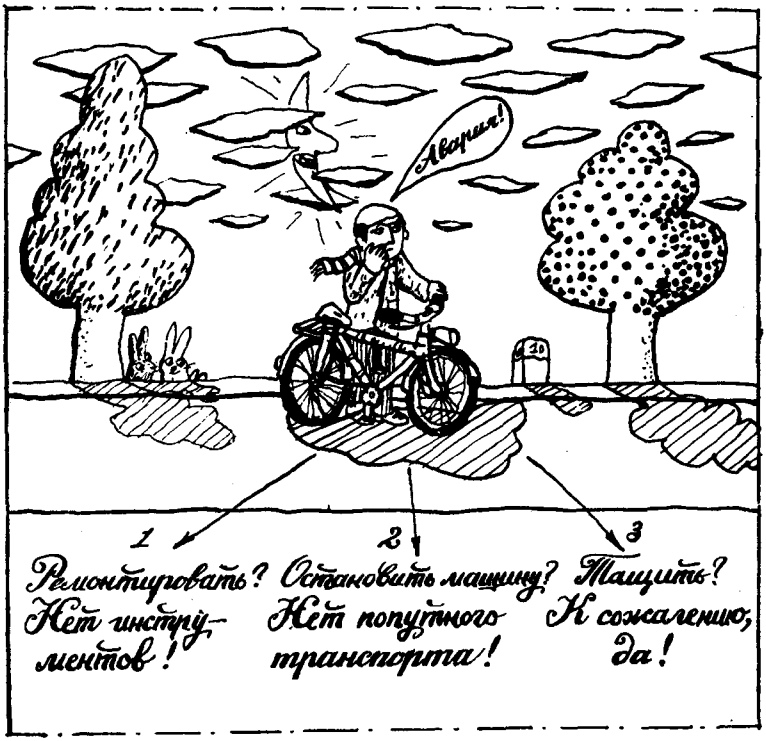
В приведенной постановке на эти вопросы не получить разумного ответа. В каждом из них недостает подробностей, которые позволили бы превратить их в альтернативы. И все же сколько драгоценного времени уходит на жаркие споры вокруг такого рода кажущихся проблем!

К кажущимся, иллюзорным проблемам относятся также и такие, решение которых в значительной степени зависит от личных взглядов, вкусов, склонностей, привычек; мы их нередко охотно обобщаем, превращая тем самым в неразрешимые задачи.

Возьмем, например, вопрос: «Чья музыка представляет бóльшую ценность — Бетховена или Баха?»— или такой же вопрос, но поставленный несколько иначе: «Чья музыка лучше — Бетховена или Хиндемита?», или: «Какой вид спорта лучше — легкая атлетика или футбол?», «Следует ли сначала накопить деньги и потом совершать покупку или покупать в рассрочку?»

Такого рода вопросы не стоит употреблять с оттенком объективной разрешимости. Они позволительны лишь в субъективной форме: «Нравится ли вам...?» или «Будете ли вы...?» и т. д.

Существует еще одна разновидность кажущихся проблем: альтернативы, оказывающиеся неправомерными, поскольку в действительности никакого выбора нет, а есть «жесткая» обусловленность теми или иными обстоятельствами.



Например, некий А едет на велосипеде по безлюдной местности. Внезапно лопнула шина. Что делать? Ремонт на месте невозможен — у А нет инструментов. Рассчитывать на проходящую мимо машину тоже не приходится — на дороге практически отсутствует движение. Так что А только и остается — тащить велосипед по крайней мере до ближайшего населенного пункта. Таким образом, из трех возможностей, которыми теоретически располагал наш велосипедист, фактически у него имеется только одна. Можно сказать, что здесь речь идет о *вырожденной* проблеме принятия решения.

Четвертую разновидность кажущихся проблем представляют собой «логические ловушки» — задачи, противоречащие логике. Пожалуй, наибольшую известность получила задача о судовом парикмахере. Капитан приказал парикмахеру побрить всех мужчин, находящихся на судне, которые не бреются сами. Вопрос о том, должен ли парикмахер побриться сам, для него не разрешим. Если он не побреется, то нарушит приказ, если побреется, то преступит содержащееся в задании условие. Его решение всегда будет ошибочным. На языке теории множеств ситуацию можно описать так: пересечением двух множеств — множества мужчин,

которые бреются сами, и множества мужчин, которые сами не бреются,— является множество, содержащее только личность парикмахера. Дилемма возникает вследствие того, что приказ капитана этого пересечения не предусматривает, то есть не допускает существования множества, элементы которого принадлежат одновременно двум другим множествам.*

2.2. ЧЕЛОВЕК И АВТОМАТ

Итак, допустим, что мнимые задачи нам удалось исключить, и попытаемся исследовать существо действительных проблем принятия решений и проследить пути их решения.

Проблема принятия решений — это всегда «человеческая» проблема: выбор из некоторого большого или малого числа вариантов в конечном счете всегда предстоит сделать человеку.

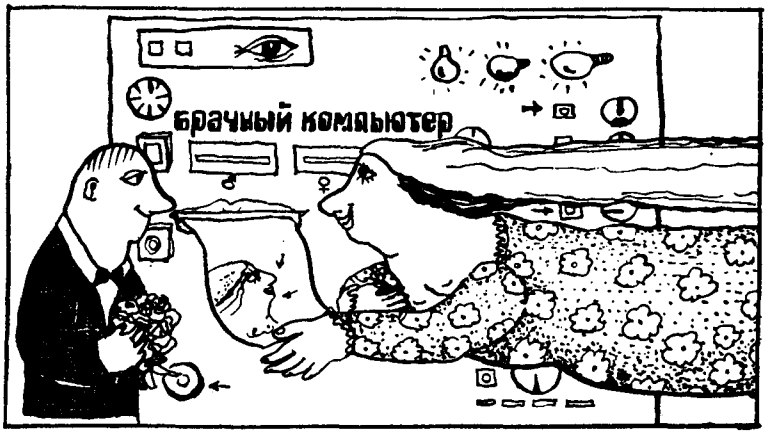
— Минуточку,— нам могут возразить,— существуют же *автоматы,* которые способны принимать решения!

Давайте подумаем.

Что происходит в автомате, когда он выносит решения?

Что происходит в светофоре, когда он «решает» дать дорогу транспорту, движущемуся по главной улице? Что происходит

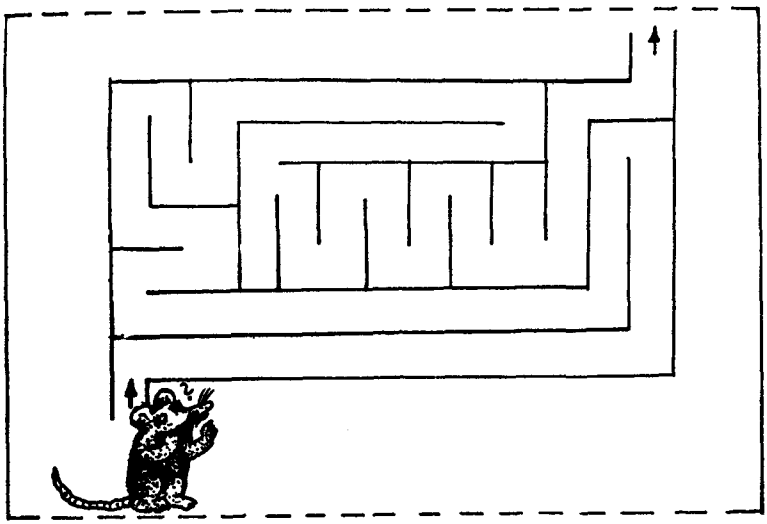
* Эту задачу, известную как парадокс брадобрея, предложил Бертран Рассел. Подробнее о ней см.: Гарднер М. А ну-ка, догадайся! — М.: Мир, 1984.— С. 22—23.— *Прим. ред.*



в компьютере, когда он подбирает для вас подходящего спутника жизни? Хотя во втором случае дело несколько сложнее, чем в первом, в принципе положение вещей одинаково: решения предварительно запрограммированы! В случае светофора мы имеем простое устройство, переключающее его огни через определенные промежутки времени; если же светофором управляет компьютер, учитывается еще, например, и длина скопившейся вереницы машин. У «брачного» компьютера все решения подготовлены и заложены в программу. Он только сравнивает известные данные, касающиеся вас (возраст, рост, область интересов и т. д.), с соответствующими данными возможных партнеров, хранящимися в его памяти, и должен в соответствии с программой назвать подходящего партнера или партнершу. Таким образом, автоматы в состоянии принимать только, так сказать, *послерешения*, то есть решения, которые в принципе уже до этого подготовлены человеком.

Вы можете возразить, что существуют ведь и *обучающиеся* автоматы, решения которых предварительно не запрограммированы. В связи с этим рассмотрим еще один, третий, пример — кибернетическую мышь в лабиринте.

Такая мышь представляет собой самообучающуюся систему. Это электронное «создание» должно без посторонней помощи найти выход из лабиринта. Как это происходит? «Мышь» катится прямо вперед, пока не наткнется на препятствие; наткнувшись, она поворачивает направо или налево и движется до тех пор, пока следующее препятствие не преградит ей путь. Затем она повторяет попытку обойти препятствие слева или справа. Если путь не кончается тупиком, он, естественно, ведет дальше либо направо, либо налево. Если же он упирается в тупик, то предусмотрено, что «мышь» развернется и продолжит поиск. Раньше или позже



«мышь» придет к желанной цели, хотя и совершит много ошибок.

Заложенная в «мышь» электронная «начинка» позволяет бездумно и тупо оценивать полученные решения «направо» или «налево» с позиций того, способствуют ли они решению основной задачи, то есть приводят ли на путь, ведущий к выходу из лабиринта. Самообучение состоит в том, что правильные решения закрепляются, запоминаются, а ошибочные — «забываются». После нескольких запусков «мышь» способна выйти из лабиринта кратчайшим путем.

Подведем итоги. Обучающийся автомат принимает решения вначале совсем бессмысленно — либо произвольно, либо по какому-то шаблону. При этом возникает много ошибочных решений. Ошибочные решения отсортировываются и отбрасываются. То, что останется, представляет собой оптнмальный образ действий. Этот принцип действий называется *методом проб и ошибок.*

Можете ли вы назвать такое поведение «человеческим»? Нет, типично человеческим его назвать нельзя, хотя людям тоже свойственно порой находить верный путь, совершив ряд ошибок. К тому же вы, наверное, обратили внимание на то, сколь важные предпосылки требуются для того, чтобы подобное устройство могло чему-нибудь научиться. И здесь человек должен был предварительно все продумать. При конструировании необходимо было предусмотреть абсолютно все возможные ситуации и разработать критерии (например, длину пути), по которым можно было бы совершенно однозначно отнести те или иные решения к правильным или ошибочным.

Что же касается свободы выбора решения, то принципиаль-

ного различия между обучающимся и необучающимся автоматами нет: оба они осуществляют только то, что заранее определил для них человек. Самообучающийся автомат существенно более гибок в начале работы, зато он несколько дольше разыскивает правильную программу (естественно, он и дороже). Однако в основе его действий лежит все та же программа — то, что пожелал *человек*.

Значит ли это, что ЭВМ вообще не могут быть полезны человеку в вопросах выбора и принятия решений? Конечно нет! Мы можем использовать большую ЭВМ для хранения и обработки информации, для определения вероятностей, для оценки последствий тех или иных решений. Здесь компьютер вполне на месте, решать же должен человек, решать должны вы сами!

Автоматы, в особенности автоматы, обрабатывающие информацию, могут быть отличными помощниками при принятии решений,— но только помощниками, не больше *.

2.3. СИСТЕМА И ПРОГРАММА

В этом разделе мы постараемся осветить ряд аспектов, которые характерны для проблемы принятия решений, то есть какие моменты необходимо рассмотреть и обдумать при выборе решения.

Конечно, каждая проблема принятия решений имеет свои особенности. Но существует и нечто общее для всех проблем, и из этого общего следует выделить *компоненты, составляющие проблему принятия решений.*

В чем же они состоят?

Каждое решение в некоторой определенной
исходной ситуации
допускает по меньшей мере два
возможных варианта
и обусловливает определенные
последствия этих вариантов.

Это поясняет рис. 1.

---

* Сама формулировка вопроса о том, чья роль в процессе принятия решений важнее — человека или машины, некорректна, что автор отметил выше. Важность ЭВМ в процессах принятия решений сейчас ни у кого не вызывает сомнений. Речь сегодня идет о том, как оптимально организовать диалог между человеком и ЭВМ. Новые поколения компьютеров сулят здесь немалые возможности. Особенно перспективным в настоящее время представляется создание экспертных систем для систематического принятия решений в таких областях, как медицинская диагностика, проектирование ЭВМ и др. — *Прим. ред.*

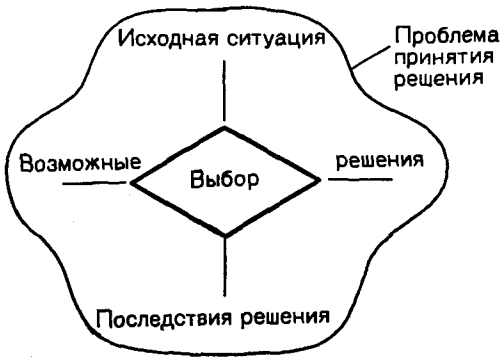


Рис. 1. Компоненты проблемы принятия решения.

С помощью перечисленных трех компонентов можно охарактеризовать любую проблему выбора и принятия решения. Существует лишь одна исходная ситуация, решений же (и их последствий, естественно) может быть несколько (не меньше двух).

Если мы сумеем так же ясно обозреть проблему принятия решений, как это представлено на рис. 2, значит, мы добились многого. Если мы четко уяснили исходную ситуацию, если знаем возможные варианты решений, а также можем описать последствия каждого решения — считайте, что сделано полдела. Мы избавились от страха перед неизвестностью и пролили свет на суть проблемы. Теперь следует оценить возможные варианты решений и (или) их последствий. После чего решение вполне подготовлено и нам остается только отважиться на какое-то соответствующее действие или высказывание.

Важно, конечно, понимать, что, несмотря на проведенную подготовку, найденные решения не обязательно будут оптимальными, поскольку некоторые оценки могут оказаться ошибочными, могут встретиться также и другие погрешности, которых при ином варианте решения вообще можно было избежать. Вот почему найденное решение должно быть еще раз оценено ретроспективно, чтобы извлечь уроки из ошибок. Процесс принятия решений можно считать законченным лишь тогда, когда мы после его завершения обобщим

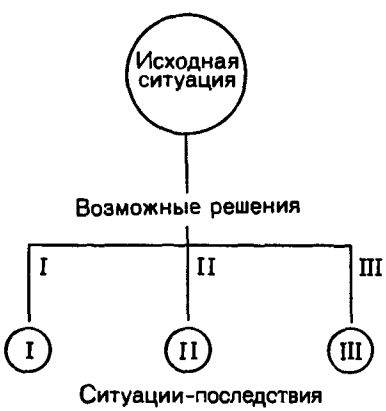


Рис. 2. Решение как изменение ситуаций.

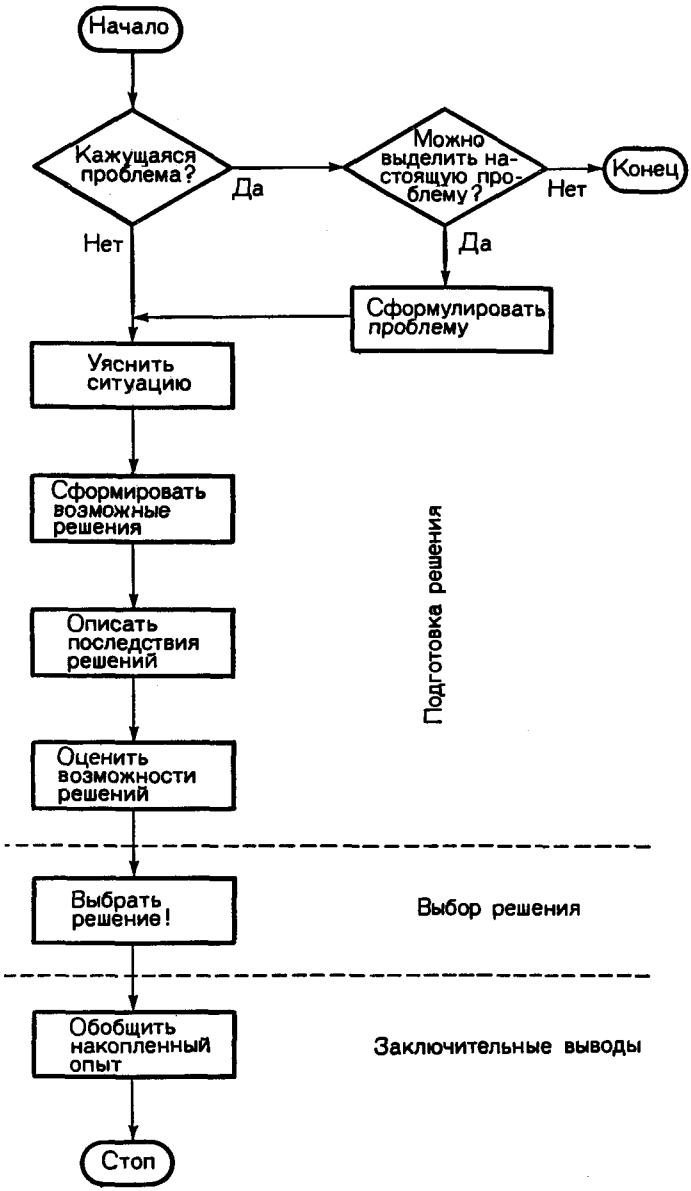


Рис. 3. Процесс выработки решения.

и запомним опыт наших положительных и отрицательных действий, приобретем какие-то знания.

Конечно, на деле все далеко не так по-детски просто — требуются большие усилия, чтобы собрать, обработать и оценить всю необходимую информацию. Однако эта трудность нас пока занимать не должна.

Сначала мы будем придерживаться следующей упрощенной программы:

исследовать собственно проблему,
уяснить исходную ситуацию,
сформировать возможные решения,
описать последствия этих решений,
оценить возможные варианты решений и (или)
последствия этих решений,
выбрать решение,
обобщить накопленный опыт принятия решений

На рис. 3 представлена блок-схема, отражающая ход этого процесса.

3. ИСХОДНАЯ СИТУАЦИЯ

3.1. ПЯТЬ ВОПРОСОВ — ПЯТЬ АСПЕКТОВ

В разделе 2.3 мы установили, что, прежде чем приступать к анализу составляющих общей проблемы принятия решений, важно уяснить исходную ситуацию, то есть ситуацию, в которой оказывается лицо, принимающее решение, перед началом работы.

Что же характеризует ситуацию, в которой принимается решение? Ответ на этот вопрос мы постараемся извлечь из следующего примера.

На некотором станкостроительном заводе требуется заместить вакантную должность главного энергетика. Кто должен ее занять? Для точного представления об обстановке, в которой предстоит принять решение, приведенной фразы совершенно недостаточно — не хватает еще некоторых данных.

Надо получить хотя бы следующие данные:

КТО? . . . . начальник отдела кадров
ГДЕ? . . . . на станкостроительном заводе
КОГДА? . . . должен до 1 сентября
КАК? . . . . выбрать из числа сотрудников предприятия подходящую кандидатуру

ЧТО? . . . . заместить вакансию главного энергетика

Как видите, дело сводится к тому, что для уяснения ситуации следует ответить на 5 вопросов:

1. КТО должен или обязан (или хочет) решать?

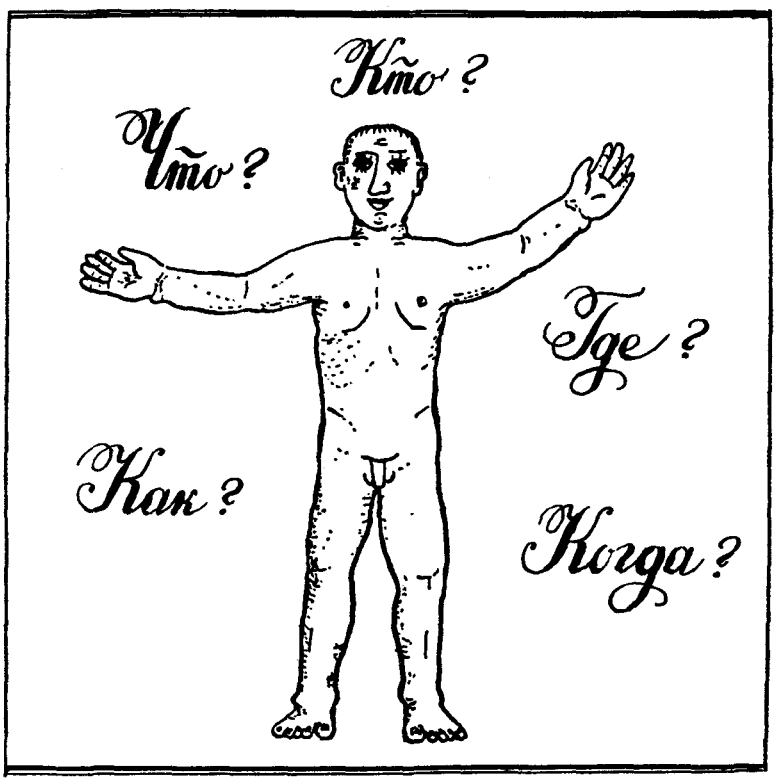
2. ГДЕ, то есть на (в) каком месте, в каком окружении (среде), при каких обстоятельствах и граничных условиях предстоит принимать решение?

3. КОГДА (до какого срока, иногда также: как часто) требуется принять решение?

4. КАК (каким образом или в какой форме, иногда также: чем) должно быть выражено решение?

5. ЧТО обусловливает решение? В чем его цель, замысел? Для чего оно служит? Зачем его надо принимать?

В рассматриваемом нами примере в ответах на эти 5 вопросов содержится лишь минимальная информация. Ее надо по возможности расширить, причем объем дополнительной информации, конечно, не ограничен ничем, кроме самой задачи. Поэтому давайте углубим анализ нашего примера.



КТО? *Начальник отдела кадров!* Что мы о нем знаем? Опытный человек, лет за пятьдесят, хорошо разбирается в людях, отлично взаимодействует с руководством, принимает решения поделовому, продуманно. В его подчинении 10 сотрудников. Он может на них положиться даже в конфиденциальных вопросах.

Этим кратким описанием мы нарисовали более подробный портрет лица, принимающего решение, или ЛПР. Важно также указать возможности и способности, а также ограничения и слабости ЛПР (ведь чаще всего речь идет о наших собственных заботах).

ГДЕ? *Станкостроительный завод!* Что еще можно сказать об этом заводе в связи с рассматриваемой проблемой принятия решения?

Завод производит станки. 40 % продукции идет на экспорт. Энергопотребление определяется заданием с учетом требований экономного и рационального расходования энергии. Коллектив рабочих и служащих завода насчитывает около 3 тыс. человек. Завод занимает обширную территорию. Обе площадки предприятия расположены по соседству.

При исчерпывающем ответе на этот вопрос важно учесть все обстоятельства, существенные при оценке возможных вариантов решений и их последствий.

КОГДА? *До 1 сентября.* Это, конечно, конкретная дата, однако не известно, каким временем мы располагаем для подготовки и принятия решения. Положим, что нынешний главный энергетик за четыре недели до этого подал заявление об уходе. Кроме того, можно предположить, что

намерение нынешнего сотрудника сменить место работы появилось уже некоторое время назад (положим, с полгода)

и что начальник отдела кадров был об этом осведомлен.

Далее надо учесть, что решение следует принять не именно 1 сентября, а, скажем, не менее чем за 4 недели до этого. Таким образом, на подготовку и принятие решения начальник отдела кадров располагает временем около 5 месяцев. Относительно того, как часто приходится принимать подобные решения, можно сказать, что с точки зрения профессиональной для начальника отдела кадров это не исключительный случай. Такого рода решения приходится принимать часто, они относятся к обычным обязанностям кадровика.

Ответ на этот вопрос должен прояснить временной аспект проблемы принятия данного решения.

КАК? *Выбором подходящего сотрудника!*

Для замещения штатной должности главного энергетика не надо приглашать нового работника. Кандидатура подбирается из числа сотрудников завода. Целесообразно заранее составить список претендентов и установить для них систему предпочтений.

Для установления такой очередности начальник отдела кадров располагает должностной инструкцией главного энергетика и личными карточками всех работников предприятия. Далее, мы можем опираться на предложения и опыт руководства завода. Очередную кандидатуру можно приглашать для беседы лишь после того, как будет отклонена предыдущая.

С помощью данного вопроса важно выяснить, в каком виде должно быть получено решение и как его следует реализовать. Обязательно сохраняйте полезные справочные материалы и отмечайте возможные трудности!

ЧТО? *Заместить вакантное место главного энергетика!*

Главный энергетик предприятия выполняет чрезвычайно важные обязанности. Он отвечает за энергоснабжение предприятия и должен обеспечивать наиболее рациональное использование энергии. Его деятельность влияет на экономические показатели производства — производительность труда и себестоимость продукции. Руководство предприятия ожидает, что новый главный энергетик не только сумеет сохранить и распространить на будущее существующую энергетическую обстановку, но и разработает предложения и мероприятия по еще более эффективному использованию энергии. Должность главного энергетика не должна оставаться вакантной. Временное замещение ее также недопустимо.

Вопрос ЧТО по смыслу и содержанию подготавливаемого решения разъясняет его значение.

Конечно, существует множество простых ситуаций, когда подробный обстоятельный ответ на этот вопрос просто излишен. Человек, которому предстоит решить, куда вести свою семью во время воскресной прогулки — в городской сад или в зоопарк, вполне может обойтись без столь сложных размышлений. Но при всех решениях, которые могут повлечь за собой серьезные последствия, об ответе на этот вопрос следует позаботиться. Ваши заботы будут оправданы. Естественно, имеется в виду, что вы располагаете необходимым временем. Если же времени у вас мало (а бывают случаи, когда ответственные решения, могущие повлечь тяжелые последствия, надо принять в весьма сжатые сроки), попробуйте, по крайней мере мысленно, упорядочить вашу задачу, привести ее в соответствие с предложенной схемой. Это полезно даже в том случае, когда ответы на вопросы можно сформулировать лишь фрагментарно. Все равно таким образом вам быстрее удастся составить общее представление о проблеме, чем в случае, если вы сосредоточитесь на каком-нибудь частном вопросе и при этом упустите все остальное. Задержимся поэтому еще немного на системе этих вопросов.

Серьезная ошибка, кстати, часто повторяющаяся при решении личных вопросов, заключается в том, что исходная ситуация считается неизменной. Поэтому первый совет: изучайте каждую исходную обстановку, выясняйте, нельзя ли ее улучшить. Это особенно рекомендуется в критических сомнительных положениях.

3.2.1. Вопрос КТО

Если при принятии решения вы чувствуете себя недостаточно компетентным или принять решение для вас обременительно, можно посоветовать

передать вопрос на решение другому лицу либо

перейти от единоличного принятия решения к выработке решения

с участием нескольких лиц, то есть создать какой-то решающий орган, группу, совет.

В первом варианте выбирается человек, который сможет разобраться в проблеме компетентно, лучше, чем вы сами. Если этот человек вам не подчинен, приходится считаться еще и с тем, что он должен согласиться взять на себя решение.

К сожалению, передачей полномочий на принятие решения очень часто злоупотребляют. Неприятные решения стремятся переложить на других, даже не интересуясь, смогут ли они действительно лучше решить тот или иной вопрос.

У Паркинсона [2] по этому поводу сказано, что ошибка при препоручении документов (читай — принятий решений) заключается в том, что каждый полагается на кого-то другого. Человек, находящийся в самом низу, считает, что люди на вершине осведомлены лучше его. Чертовски занятые люди на самой вершине полагают, что вся тема уже основательно изучена людьми внизу, потому что именно они только и имеют время, чтобы работать над ней... В то время как любой человек в одиночку смог бы выполнить всю работу гораздо лучше.

Понятно, что так быть не должно. Основанием для передачи решения не может служить боязнь ответственности или желание сохранить покой. Главным должно быть стремление поручить решение наиболее подходящему лицу.

Второй вариант — создание решающего органа (комиссии или группы) — некоторыми руководителями расценивается как признак собственной слабости. Однако каждый разумный человек согласится, что с расширением базиса решений, как правило, возрастает и их надежность. Конечно, бывают и исключения. Случается, и коллектив ошибается, порой оптимизм или пессимизм, чрезмерно распространяясь, искажает истинную картину или в

результате обилия речей и множества уклончивых высказываний и иносказаний принятие решения становится еще более затруднительным. Но это ничего не меняет в принципе — как правило, решение, принимаемое коллективом или с помощью коллектива, оказывается более квалифицированным. Впрочем, это зависит также и от того, как составлен коллектив. Само собой разумеется, что от членов коллектива следует ожидать собственных суждений. Коллектив, члены которого способны только поддакивать, ничего не стоит. Однако и горячие головы также могут быть помехой. Абсолютно необходимо стремление к конструктивному сотрудничеству. При принятии важных народнохозяйственных или политических решений сотрудничество определенного коллективного органа помогает исключить возможность произвола и специально предписывается законом. Так, все законы, издаваемые в ГДР (а каждый закон регламентирует принятие решений и сам является результатом некоторого решения), должны быть приняты Народной палатой («Вся государственная власть исходит от народа»— Конституция ГДР, статья 3).

Другой пример: хотя в ГДР количество мест в дошкольных детских учреждениях увеличивается год от года, потребности в них все еще удовлетворены не полностью. Следовательно, прось-

бы всех родителей исполнить нельзя. Если бы решение об удовлетворении заявлений принималось каким-то одним лицом, наверняка не удалось бы избежать несправедливости. Именно поэтому в городе Галле создана Центральная комиссия по распределению мест в дошкольных детских учреждениях, в которую входят: представитель отдела здравоохранения и социального обеспечения горсовета; представитель Объединения свободных немецких профсоюзов; представитель Демократического женского союза; депутаты; работники отдела социального обеспечения; руководители детских учреждений и другие граждане [3].

Таким образом, ЛПР опирается на опытный и представительный коллектив и решения оказываются более надежными и обоснованными.

3.2.2. Вопрос ГДЕ

Этот вопрос также можно рассматривать с точки зрения изменения ситуации.

Под местом решения следует понимать не только реальное помещение (зал заседаний, бюро, кабинет начальника, железнодорожное купе, служебный вагон и т. д.), но и «место» в переносном, расширенном смысле (пункты обслуживания, специализированные службы, рабочие группы, заводы, институты, министерства, общественные организации и т. д.), где может приниматься решение. Далее мы будем рассматривать как место само по себе, так и обстоятельства, условия и влияния, которым оно подвержено.

В табл.1 приведены 4 аспекта, выявляющиеся при таком расширенном толковании места. Даны четыре примера. Знак «+» означает, что приведенные примеры рассматриваются как благоприятные, желательные, подходящие, а знак «—»— наоборот, как неблагоприятные, нежелательные, неподходящие. Так, в левой верхней клетке вслед за словами «служебный вагон» проставь-

Таблица 1

Примеры «места» принятия решений

	Фактически	Символически
Обозначение места	Бюро (+)	Исследовательское подразделение (+)
	Служебный вагон (—)	Планирующее подразделение (—)
Условия и дополнительные факторы	Тишина (+)	Специальные знания (+)
	Шум (—)	Ведомственные интересы (—)

лен знак «—», потому что шум движения, стесненное помещение, недостаток документации, рассеянное внимание и т. п., как правило, не благоприятствуют принятию решений. Знак «—» в правой верхней клетке не относится к оценке деятельности по планированию, но должен учитываться, когда принимаются частные решения, касающиеся, например, исследовательской деятельности или перспектив развития; решения, которые должны лишь согласовываться с плановым органом, но не исходить от него. Остальные оценки не требуют дополнительных разъяснений.

Из приведенных в табл. 1 примеров видно, что к вопросу ГДЕ могут потребоваться дополнительные уточнения.

Они могут относиться к месту, как к помещению, а именно:

Удовлетворяет ли помещение условиям, требуемым для обдумывания в спокойной обстановке искомого решения?

Имеются ли мешающие факторы (шум, стесненность помещения, отвлекающие моменты)? Можно ли их устранить?

Имеются ли лучшие помещения? Можно ли эти помещения использовать?

Они могут относиться к месту, как к должности, а именно:

Действительно ли решаемый вопрос относится к моей компетенции или имеются органы, специально для этого предназначенные? (Этот вопрос, разумеется, касается и личности ЛПР, но не равнозначен ему, так как подразделение может быть выбрано вполне правильно, а человек — нет.)

Располагает ли подразделение всеми условиями для компетентного решения — информацией по решаемой проблеме, полномочиями на принятие решения, опытом принятия решений и (при необходимости) проведения их в жизнь?

Можно ли создать отсутствующие условия и улучшить неблагоприятные?

Следует ли учитывать, что в данном подразделении есть силы, которые могут затруднить объективное принятие решения или воспрепятствовать ему?

Следует ли при принятии решения учитывать структурные особенности административного аппарата?

Далеко не всегда существующие служебные помещения идеально подходят для принятия решения. Не всегда люди требуют решений от тех организаций, которые должны их принимать. Не всегда можно устранить все помехи и препятствия. С некоторыми затруднениями приходится мириться. Например, было бы неразумно отказываться от важных решений или откладывать их только потому, что отсутствуют подходящие помещения.

Прораб, который должен принять какое-то срочное решение на строительной площадке, не может ждать, пока снова сядет за свой письменный стол. Однако — и эту мысль следует подчеркнуть — несмотря на плохие внешние условия и ошибочно адресо-

ванные для решения задания, от ответственности, которая связана с принятием решения, уклоняться нельзя.

Если вы считаете, что неудовлетворительные помещения мешают спокойному обдумыванию решений проблемы и что эти помещения без особых трудностей и неблагоприятных последствий можно заменить, добейтесь соответствующей замены. Таким образом вы улучшите исходную ситуацию.

Если вы придете к заключению, что какой-либо вопрос гораздо лучше решать в другом месте, постарайтесь добиться передачи его туда. Таким образом вы также можете способствовать улучшению исходной ситуации!

3.2.3. Вопрос КОГДА

Промежуток времени между осознанием проблемы или принятием на себя задачи выработки решения и собственно решением может значительно меняться в зависимости от существа решаемой задачи.

Бывают ситуации, когда для принятия решения даются лишь доли секунды (например, в случае катастрофы, аварий), но есть и такие вопросы, острота которых проявится лишь спустя годы или даже десятилетия, в принципе же они нам ясны уже сейчас (например, составление завещания). Хотя в общем случае нельзя считать, что с увеличением времени на принятие решения его качество или надежность возрастают, можно, однако, констатировать, что причина многих ошибочных решений кроется в торопливости, поспешности.

Как правило, для принятия важных решений требуется какой-то минимальный отрезок времени, который зависит не только от существа решаемой задачи, но и от ЛПР. Если этот отрезок очень мал, то глубоко и всесторонне обдумать решаемую проблему невозможно. Например, в шахматном блицтурнире десяти минут, отводимых на одну партию, недостаточно для продумывания всех ведущих к успеху ходов и ожидаемых ответных вариантов партнера. Случай, когда оба партнера одинаково ограничены во времени, не так уж плох и по-своему привлекателен. А вот если теми же десятью минутами ограничен врач, который должен установить диагноз при сложном внутреннем заболевании, это почти наверняка ведет к тяжелым последствиям для пациента. Чтобы оказать больному действенную помощь, врач должен иметь столько времени, сколько нужно для основательного обследования.

Но и слишком длительные сроки принятия решений порой не приводят ни к чему хорошему. Откладываемые в долгий ящик, бесконечно отодвигаемые решения напоминают затянувшуюся

болезнь. Прийти к правильному решению становится отнюдь не легче, а найденное в конце концов решение оказывается далеко не лучшим. Во всяком случае, это справедливо для таких проблем, которые, оттого что их откладывают, не становятся менее сложными, а иногда даже со временем обостряются.

Если, например, молодой человек до последней возможности затягивает решение с выбором будущей специальности, опасность ошибки большая, чем в случае, когда это решение принимается заблаговременно. Тот, кто несмотря на рекомендации врача все дальше откладывает необходимую операцию, только уменьшает вероятность успешного исхода.

Нельзя не сказать и о таких подлежащих решению проблемах, острота которых с течением времени ослабевает или они улаживаются сами собой. Если в вокзальном ресторане в ожидании запаздывающего экспресса вы решаете, заказать ли шницель или курицу, то вопрос будет снят сам собой, если вдруг объявят о подходе вашего поезда, так как времени на еду у вас уже не останется. Решение же о том, когда взять оставшиеся неиспользованными дни вашего ежегодного отпуска, принимать тем легче, чем меньше времени остается до конца года, так как возможный промежуток времени сокращается.

Если при рассмотрении какой-либо проблемы выясняется, что по истечении некоторого времени ее можно решить лучше или она без особенных последствий вообще отпадет, не стоит настаивать на немедленном принятии решения. Однако такие случаи — исключение. В подобных ситуациях легко ошибиться и впоследствии глубоко сожалеть о потерянном времени.

В дальнейшем будем полагать, что любая задержка времени, потребного для добросовестной подготовки решения, не влияет на дело ни положительно, ни отрицательно.

Подведем итоги. Рис. 4 помогает наглядно представить обсуждаемый вопрос. Мы различаем пять случаев.

Случай А. Времени для решения слишком мало. Приходится считаться с возможностью ошибочных решений, поскольку за короткое время нельзя полностью уяснить проблему. Надо попытаться каким-то образом выиграть время на обдумывание. Причем, поскольку на первом (I) участке кривая поднимается круто вверх, даже незначительный выигрыш во времени оказывается эффективным.

Случай Б. Времени для принятия решения, хотя и больше, чем в случае А, все же мало для решения серьезных проблем. Здесь кривая начинает подниматься медленнее (точка перегиба). Для заметного улучшения качества решения требуется более существенное увеличение времени.

Случай В. Качество или надежность принимаемого решения очень слабо увеличивается с течением времени. Такие большие

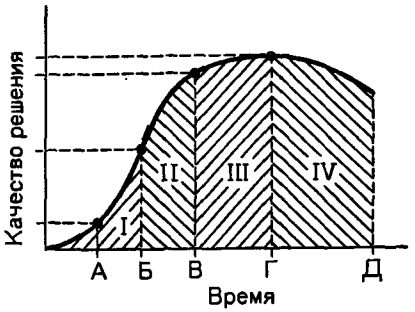


Рис. 4. Временной фактор в процессе принятия решения.

затраты времени требуются для глубокого исследования проблемы при подготовке всех важных решений.

Случай Г. Максимум надежности решений требуется лишь в исключительных случаях, например если от решения зависит жизнь человека. В большинстве случаев, работая при разумных отношениях «затраты — эффективность», приближаться к этой точке не обязательно.

Случай Д. В результате постоянных задержек решение до того затянулось, что вся проблема уже не может быть разрешена без отрицательных последствий. Так далеко заходить не стоит!

Вы, вероятно, заметили, что проблема принятия решения обладает своего рода «саморазвитием», как некий плод, который вначале еще не созрел, затем становится зрелым и, наконец, перезрев, начинает загнивать.

Кривая решений на рис. 4 дает лишь принципиальное представление. В зависимости от существа решаемой проблемы и особенностей ЛПР числовые значения и пропорции меняются. Характер же кривой остается неизменным.

Временны́е характеристики исходной ситуации полезно изучить и с точки зрения того, как часто встре́чается решаемая задача. Если аналогичные решения предстоит принимать очень часто, следует воспользоваться накопленным опытом. В таком случае надежность решений можно повысить за счет их многократного изучения. Это обстоятельство составляет важную особенность исходной ситуации. При известных условиях можно обойтись без некоторых этапов подготовки решения. (Внимание! Сначала надо убедиться, что ситуация, в которой принимается решение, рутинная и многократно повторялась.) Иначе обстоит дело в случае, если решение принимается впервые, но в дальнейшем будет повторяться, например как при вступлении в должность руководителя. Тогда решения важно готовить особенно основательно. Чтобы облегчить дальнейшую работу по подготовке решений, рекомендуется разработать для себя пособия, которые могли бы выполнять роль своего рода «приспособлений», облегчающих умственный труд. Для будущих однотипных решений можно составить картотеку, разделив ее на две части: постоянную и переменную (обновляемую). Для постоянной части (это особенно характерно для примера с начальником отдела

кадров, которому предстояло заместить вакантную должность) целесообразно завести карточки кандидатов и вакантных мест. При этом достаточно одноразового ответа (в примере — на вопросы КТО и ГДЕ). Для переменной части — ответы на вопросы КОГДА, КАК и ЧТО меняются от задачи к задаче. К этой части картотеки рекомендуется изготовить анкеты, бланки, карточки, формуляры, таблицы и т.д., чтобы по возможности рациональнее собирать необходимую информацию.

Вопрос КОГДА, однако, имеет также и третью сторону. Кому не знакомы такого рода жалобы: «Неужели я должен принимать решение именно сейчас, когда я так занят (вымотан, устал, болен...)?» Вопрос этот затрагивает наше собственное состояние, а также качество принимаемых решений. Несомненно, между нашим физическим состоянием и способностью к рациональным решениям существуют самые непосредственные связи. Так, незаинтересованность, нежелание, усталость и болезнь затрудняют принятие решения. Мышление (а поиски решения — это творческая деятельность!) в таком состоянии протекает гораздо медленнее, сползает на наезженную колею, менее ассоциативно. Фантазия ленива, склонность к новым вариантам и комбинациям снижена, способность к выработке новых идей ослаблена,— короче говоря, интеллектуально мы «не на высоте».

В таких случаях исходная ситуация неблагоприятна. Самое лучшее — отложить принятие решения до тех пор, пока ваше состояние не изменится. Это, конечно, не всегда возможно. Если вы, например, очень устали и можете отложить решение на завтра (а ночью как следует выспитесь) — этот совет осуществим. Если же вы уже давно болеете и должны принять неотложное решение, которое некому перепоручить, придется решать несмотря на ваше плохое физическое состояние. Надо, однако, иметь в виду, что многие решения можно дополнительно «подстраховать». Почему бы, например, в случае болезни, когда возможности подготовки и принятия правильного решения ограниченны, не попытаться объявить ваше решение условным, оставив возможность внесения поправок, или не застраховать себя от последствий ошибочного решения? Правда, это не всегда возможно, однако об этом не мешает помнить.

3.2.4. Вопрос КАК

Мы уже видели: речь идет не о том, каково будет собственно решение, а о том, что при этом должно делать ЛПР. Сейчас нас интересует, как будет реализовано или как будет выражено решение, а не его результат. Можно подумать, что самой постановкой задачи это уже предполагалось и поэтому специального

дополнительного вопроса (вопроса КАК) не требуется. Но разве вам никогда не приходилось слышать, как вышестоящее лицо говорит своему подчиненному: «Я представлял себе это совсем иначе. Вы должны были...» и т. д. Очевидно, при формулировке проблемы и этот момент надо выразить ясно. Конечно, решать — это значит выбирать, выбирать из нескольких возможных вариантов какой-либо один, однако в большинстве случаев при выборе того или иного варианта решения мы не можем ограничиваться абстрактным мышлением. Момент принятия решения, рассматриваемого в этом весьма узком смысле, имеет свое «прошлое» и свое «будущее», хотя и то и другое, быть может, и не охватывает длительного промежутка времени. «Прошлое» — это процесс обдумывания возможных вариантов решения. Их следует изучить, исследовать и сравнить между собой. «Будущее» же относится к способу реализации решения.

Если вы хотите купить новый костюм, то вопрос КАК вовсе не сводится к выбору одной из нескольких возможностей. Реализация решения расчленяется на три этапа:

1) собрать информацию о костюмах, имеющихся в наличии;
2) осуществить отбор (мысленно);
3) указать на выбранный костюм продавцу или снять его с вешалки (при самообслуживании).

То же и в турпоходе: остановившись у развилки, чтобы выбрать нужную дорогу, вопрос КАК также можно разделить на три этапа:

1) заглянуть в путеводитель или туристскую карту;
2) осуществить выбор;
3) двинуться по выбранной дороге.

Если вы собираетесь оказать помощь пострадавшему, то и в этом случае ваш образ действий можно описать в виде трех процессов:

1) разобраться в аварийной ситуации и выяснить возможность для оказания помощи;
2) принять решение;
3) действовать.

На рис. 5 изображена обобщенная схема действий при принятии какого-либо решения. Прежде чем принять решение, добейтесь ясности в вопросе о том, что именно вам надо делать, представьте себе, каким образом вы намерены (или должны) осуществить принятое решение! Если ясности нет, задайте себе или тому, кто от вас требует решения, следующие вопросы:

1. Располагаю ли я достаточной информацией для принятия решения или надо собрать еще какие-то сведения?

2. Достаточно ли надежна имеющаяся информация?

3. Каким образом следует объявить о принятом решении? Что от меня требуется?

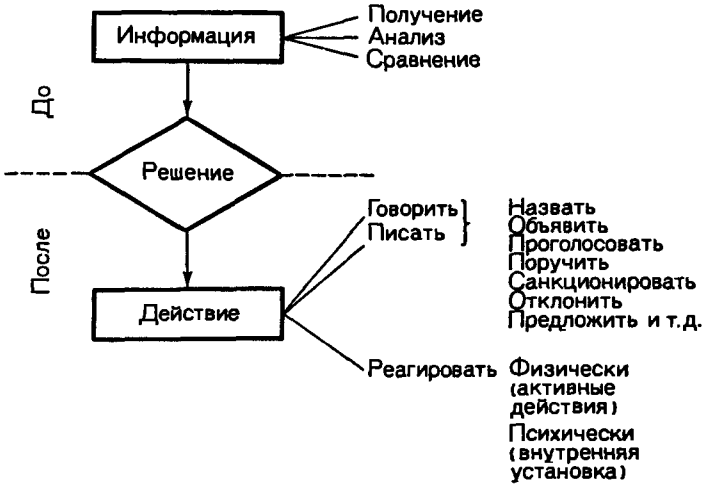


Рис. 5. Обобщенная схема действий при принятии решений.

4. В состоянии ли я осуществить свое решение в желаемом или требуемом виде?

Перечисленные вопросы особенно важно выяснить, если вы принимаете решение не по собственной воле, а по чьей-либо просьбе или поручению. Сколь часто, например, умалчивается, как следует объявить решение — устно или письменно, сколь часто не выполняются требуемые действия или не накладываются санкции, сколь часто для вынесения решения или объявления о нем применяются неподходящие формы. И все это — следствие недостаточно полного ответа на вопрос КАК, относящийся к проблеме выбора и принятия решения. В результате досада, раздражение, задержки, потери. Старайтесь получить полноценные ответы и на этот вопрос. Насколько это зависит от вас, выбирайте для выражения вашего решения самую подходящую форму!

3.2.5. Вопрос ЧТО

Наконец, последний вопрос — это вопрос о задаче и цели решения. Ответ на этот вопрос не только помогает уяснить подходящую ситуацию; он одновременно служит критерием для оценки последующего решения.

Никто не принимает решения с целью причинить вред самому себе. Следовательно, в любом случае можно исходить из того, что принимаемое решение должно принести пользу. Польза может

быть либо непосредственной, либо косвенной. Вот примеры непосредственной пользы:

повышение производительности в результате реализации решения о приобретении и установке нового технологического оборудования;

выигрыш в свободном времени благодаря решению сменить квартиру поближе к месту работы;

благоустройство территории вокруг новостроек за счет решения поручить жильцам уход за зелеными насаждениями.

Косвенная польза появляется, если найдены (созданы) благоприятные условия или устранены повреждения и потери в результате, например:

повышения качества продукции за счет введения нового способа контроля в заводском ОТК;

предотвращения потерь за счет решения об установке автоматического устройства пожаротушения;

уменьшения потерь при хранении овощей в овощехранилище после решения применить средства борьбы с вредителями.

При этом, как видно из приведенных примеров, пользу надо понимать не только в сугубо материальном плане, но и как временной фактор, как степень безопасности или надежности или даже как субъективное выражение хорошего самочувствия или эстетического вкуса. И тут уместно напомнить: попытайтесь и в этом плане внести в исходную ситуацию наибольшую ясность и, если возможно, попробуйте улучшить исходную ситуацию, то есть:

точно установить полезный эффект решения;

если пользу от принимаемого решения можно выразить числом, постарайтесь, хотя бы приблизительно, оценить это число;

если полезный эффект проявляется косвенно, постарайтесь уяснить размер вреда, которого удастся избежать;

попытайтесь достигнуть многократной пользы;

продумайте, нельзя ли оптимизировать решение математическими методами (максимизация пользы или минимизация потерь).

Уверенность в том, что найденное решение обеспечивает значительное преимущество или выигрыш или позволяет избежать больших потерь, оказывает и психологическое воздействие. Она укрепляет чувство ответственности. Решение при этом получается подготовленным более основательно и добросовестно. Правда, впечатлительные люди иногда начинают бояться ошибочного решения. Но закрывать глаза на последствия нельзя. Это не поможет, риск не становится меньше. Опасности ошибочного решения можно противопоставить только более тщательную его подготовку. Только сознание того, что все возможное действительно было сделано, может дать ЛПР, несущему ответственность за решение, необходимое спокойствие и уверенность. Некоторые

сомнения в надежности принятого решения, которые могут остаться несмотря на основательную подготовку, следует устранить психологически.

3.3. ПРОБЕЛЫ В ИНФОРМАЦИИ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ СЛУЧАИ

Что делать, если на один или несколько из рассмотренных пяти вопросов не находится ответа?

Бывает, что необходимость решения осознана, но никто не знает, кто именно или где (в каком месте) должен принять это решение. Споры по такому поводу обычно начинаются фразой: «Надо, в конце концов, выяснить (решить) как...» А далее спрашивают: «КТО должен это сделать? ГДЕ находится учреждение, в компетенцию которого входит данное решение?»

Может случиться, что и на вопросы КОГДА или КАК также не будет полноценного ответа. «Надо же КОГДА-нибудь решить...» или «К такому-то числу я должен принять решение по поводу .», «Если бы я только знал, КАК к этому делу подойти!»

Во всех этих случаях исходная ситуация выяснена не полностью. Это значит, что решение нельзя принять, пока не будут получены все недостающие ответы или эти вопросы сами собой не проясняется. Совершенно очевидно, что если не известно, КТО должен принимать решение, то решать не будет никто! Если не известны место, время, а также способ реализации решения, решение также будет отложено или ЛПР будет вынуждено к моменту принятия решения каким-нибудь образом эти «параметры» задать (что, кстати, иногда происходит недостаточно продуманно) или доверить их случаю. Так или иначе, сознательно или несознательно к моменту принятия решения все эти пять аспектов непременно должны быть выяснены. Наша задача состоит в том, чтобы не игнорировать их или не относиться к ним, как к второстепенным, незначительным, а учитывать полностью и оптимально. Следовательно, мы будем постоянно стремиться дать ответ (наилучший ответ) на все вопросы. Открытые вопросы мы всякий раз будем пытаться выяснить заблаговременно, до того как дело дойдет до принятия решения, не дожидаясь, пока ситуация застанет нас врасплох и вынудит совершать необдуманные поступки.

Анализируя исходную ситуацию при принятии особо важных решений, целесообразно подготовить специальную форму, в которую эти пять вопросов заранее внесены. В таком случае опасность того, что какой-либо из пяти аспектов, характеризующих исходную ситуацию, будет упущен, существенно уменьшается. В табл. 2 представлен один из возможных вариантов такой формы, который содержит не только 5 вопросительных слов, но и рекомен-

Таблица 2

Форма для анализа исходной ситуации при принятии решения

1. КТО должен принимать решение?	
Должностное лицо	*Коллектив*
Имя:	Название:
Должность:	Должности сотрудников:
Область деятельности:	Деятельность:
Особые черты:	Особенности:
Контрольный вопрос: Уверены ли вы в компетентности этих лиц?	
2. ГДЕ должно приниматься решение?	
Место	*Служебная инстанция*
Описание:	Описание:
Положение:	Адрес:
Условия:	Круг обязанностей:
Контрольный вопрос: Гарантировано ли соответствие решаемому вопросу?	
3. КОГДА должно быть принято решение?	
Дата	*Не раньше:* *Не позже:*
Продолжительность:	
Частота:	
Состояние:	
Контрольный вопрос: Достаточно ли времени?	
4. КАК следует поступать при реализации решения?	
Необходимая информация:	
Источники информации:	
Необходимые действия:	
Контрольный вопрос: Целесообразен ли способ действий?	
5. ЧТО составляет суть решения?	
Назначение или цель:	Числовые данные:
Обоснование:	Возможности оптимизации:
Польза:	
Контрольный вопрос: Полностью ли описан полезный эффект?	

дации по их углубленной постановке и по улучшению исходной ситуации.

Бывают чрезвычайные обстоятельства, когда условия принятия решения становятся экстремальными. Достаточно вспомнить, как давали показания под пытками. Подобное встречалось не только в средние века, но и в недавнем прошлом, а в государствах с авторитарным режимом происходит и сегодня. Трудно даже представить, чего стоит в таких условиях отстаивать решения в пользу правды и прогресса! Немало примеров принятия решений в экстремальных условиях можно привести из военной жизни, а сколь быстрыми и сложными бывают решения при стихийных бедствиях!

В экстремальных ситуациях может оказаться, что для размышлений по существу вопроса вообще не будет времени и действовать придется под влиянием эмоций или инстинктивно.

В пример можно привести решительные и самоотверженные действия соратника В. И. Ленина В. М. Загорского. Вечером 25 сентября 1919 г. в зал заседаний Московского городского комитета партии во время собрания партийного актива через окно была брошена бомба. В то время как собравшиеся в испуге кинулись к выходу, секретарь МК Загорский пробился сквозь толпу к шипящей бомбе, чтобы выбросить ее из помещения. Однако это ему не удалось. Вместе с восемью другими товарищами он стал жертвой покушения. В. И. Ленин, для которого предназначалась бомба, на этом собрании не присутствовал. В такие моменты, которые требуют решительных действий, при поисках решения проблемный анализ не помощник. Рациональное мышление здесь бессильно; решение зависит от самообладания, склада характера, убеждений.

Вот случай из недавнего прошлого. Внезапно отказали двигатели советского реактивного истребителя, пролетавшего над густозаселенным районом ГДР. Оба советских пилота в короткие мгновения должны были решить: катапультироваться ли, спасая собственную жизнь ценою многих жизней (неуправляемая машина неминуемо врезалась бы в поселок), или, пожертвовав собой, вывести машину за пределы населенного пункта. Пилоты выбрали второе решение. В такого рода экстремальных ситуациях подобные решения не для обывателя!

Вспомним времена фашизма. Как должен был вести себя примерный отец семейства, когда скрывающийся от преследования еврей стучался ночью к нему в дверь в поисках убежища? Ведь и хозяина дома, так же как беглеца, могли запрятать в концлагерь, если бы о его помощи стало известно. Чему отдать предпочтение? Что выбрать: собственную жизнь, собственную семью или нуждающегося в помощи, гонимого смертельной опасностью человека? Глубочайшего уважения заслуживает каждый, кто шел на подобный риск.

4. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

В этом разделе мы постараемся исследовать, как построено поле решений (множество возможных решений), как следует его изучать, обозревать и как (при необходимости) можно его расши-

рить. Каждое решение заведомо предполагает возможность выбора по меньшей мере одного из двух вариантов. Существует множество проблем, которые вообще имеют только два возможных решения (альтернативы). Однако многие проблемы имеют очень большое число возможных решений.

Если вы решили завести собаку и уже выбрали породу, то должны еще решить, какого рода щенка приобретать — кобеля или суку. В этом случае у вас только две возможности (альтернативы). А вот в шахматной партии для первого хода существуют 20 вариантов (8 пешек, каждая из которых имеет два возможных хода, и два коня, имеющих по два хода). Играющий должен выбрать один из 20 ходов. При игре в числовое лото «5 из 90» можно сделать немногим менее 44 млн. выборов, откуда проистекают 44 млн. возможных решений. Даже при более благоприятном соотношении «5 из 35» (телелото) можно сделать 324 632 выбора. *

Важная отличительная черта хорошей подготовки решения — ясность того, какие решения возможны (разумеется, в разумных пределах). Вряд ли кому-нибудь придет в голову составить список всех 44 млн. возможных решений числового лото. При этом достаточно знать, что из 90 чисел надо выбрать 5. Не хватит ни денег, ни времени, чтобы исследовать все возможности. Кроме того, поскольку в этой игре важная роль принадлежит случаю, исследовать успешность конкретных вариантов просто бессмысленно.

Однако существует множество служебных и личных проблем, которые поначалу недостаточно нам известны, в то время как полное, исчерпывающее знание их имеет большое значение. В таком случае нельзя (при решении важных проблем — просто легкомысленно) не рассмотреть этот вопрос глубже и из каких-то соображений, возможно, просто по лености ума, отказаться от исследования всей палитры возможных вариантов решения. Без такого исследования можно упустить самую благоприятную, самую очевидную возможность и лишиться пользы, которая была бы получена при более тщательном обдумывании. Последующая реакция обычно бывает такой: «Ну и дурак же я был! Мог бы поступить совсем иначе! Как же мне это не пришло в голову!». Нечто подобное происходит, когда принимающий решение находится в полной уверенности, что предвидит все возможные его последствия, а это отнюдь не соответствует действительности. Вот почему в дальнейшем мы будем придерживаться двух рабочих правил:

---

* В Советском Союзе распространено спортлото — 6 из 49.— *Прим. ред.*

1. Все возможные решения, которые нам известны, следует наглядно сопоставить между собой.

2. Перечень возможных решений надо исследовать на полноту и при необходимости пополнить.

Что же происходит, если ЛПР считает перечень возможных решений полным и не прикладывает усилий к его расширению, считая это излишним, особенно в том случае, когда весьма сомнительно, что в результате новых вариантов действительно появятся лучшие решения?

А такой случай вполне возможен. Представьте себе, например, человека, поместившего в газете объявление о продаже жилого дома, а в ответ буквально захлестнутого потоком покупательских предложений. Попав в такое положение, действительно можно отказаться от второго шага, считая его излишним, и продолжить подготовку своего решения, ограничившись выяснением его последствий. Однако при этом существует опасность, что владелец дома неверно оценил положение и, например, большинство возможных решений при их реализации вызовет нежелательные побочные эффекты или многие решения относятся лишь к одной определенной категории и перечень решений вполне обоснованно можно расширить за счет вариантов совсем иного рода. С такими решениями надо быть осторожным. Вообще же любое множество (в данном случае множество возможных решений) можно сделать обозримым, если его расчленить на подмножества.

4.1. ПЕРВОЕ СОПОСТАВЛЕНИЕ

На этом этапе подготовки решения важно записать все, что вам известно о возможных решениях, даже в том случае, когда речь идет всего лишь о 2, 3 или 4 возможностях, которые легко удержать в голове. Могут выявиться новые варианты, о которых раньше и не подозревали. При этом желательно список возможностей составлять не беспорядочно, а постараться найти какую-то «систему», упорядочив эти возможности по видам, классам, группам. Таким образом подготавливается второй шаг — исследование. Далее полезной окажется довольно простая графическая схема — схема дихотомии (рис. 6). Если записанные варианты вы обведете рамками, они станут более наглядными.

Другая форма сопоставления — каталожные карточки. Каждое возможное решение записывается на отдельной карточке. Эту «систему» можно потом использовать, внося в нее последствия тех или иных решений и их оценки. Затраты на этот первый шаг опять же существенно зависят от самой решаемой проблемы. Для каких-то мелких решений, конечно, картотеку никто заводить не станет, а вот для руководителя научно-исследовательского уч-

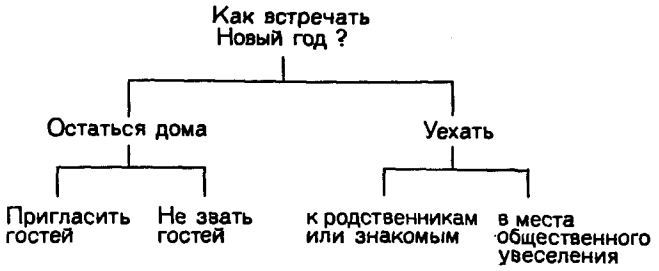


Рис. 6. Дихотомическая схема для наглядного представления возможных решений.

реждения при решении вопроса о выборе исследовательских работ такая система всегда имеет смысл.

Если варианты выбора надо представить в программе ЭВМ, то для обозначения блок-схемы программы применяется символика, приведенная на рис. 7 (слева), впрочем уже использованная ранее в рис. 1, 3 и 5.

У каждого блока имеются только два выхода: «Да» и «Нет». Поскольку ЭВМ в своем «словаре» имеет только эти два ответа, соответственно и в блок-схемах программ для каждого решающего блока имеют смысл только эти две ветви. Во всех больших программах, содержащих более чем две ветви, бинарные решающие блоки встречаются многократно.

Последовательное соединение этих блоков приводит к соответствующему увеличению степени ветвления и за счет этого к расчленению возможных решений, как это изображено на рис. 8.

Такая форма представлений может найти применение также и в случае, если задача поиска решения не разрешима на ЭВМ. Однако ее можно рекомендовать, лишь если окончательное реше-

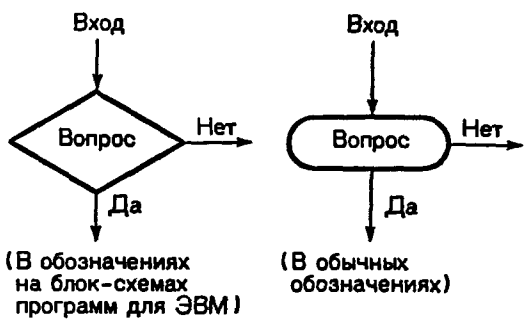


Рис. 7 *Решающий блок в блок-схеме программы.*

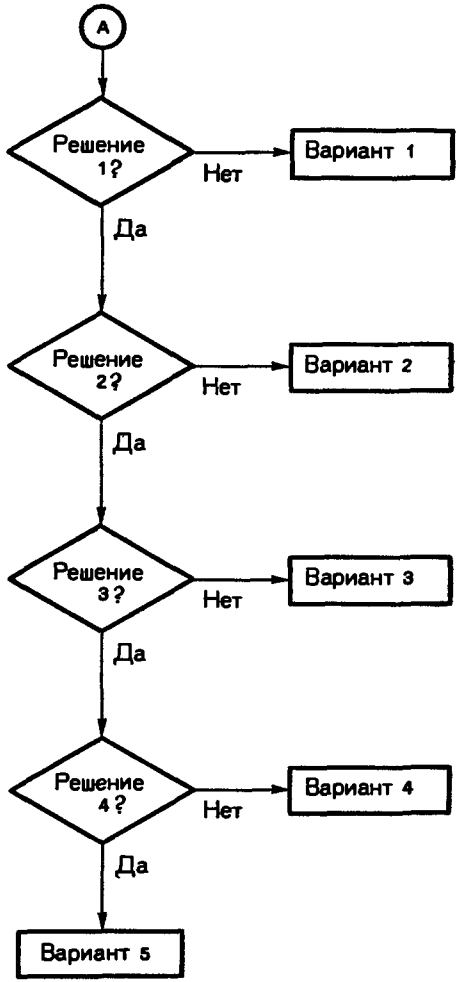


Рис. 8. Соединение решающих блоков в блок-схемах программ.

ние представляет собой результат последовательности элементарных решений. Конечно, применять описанную методику при выборе, скажем, блюда в ресторанном меню вряд ли имеет смысл.

Подходящим примером может служить телефонное соединение. При телефонном вызове надо решить, как следует вести себя в случае, если соединения с вызываемым абонентом не произошло. Возможен ряд неблагоприятных ситуаций, пре-

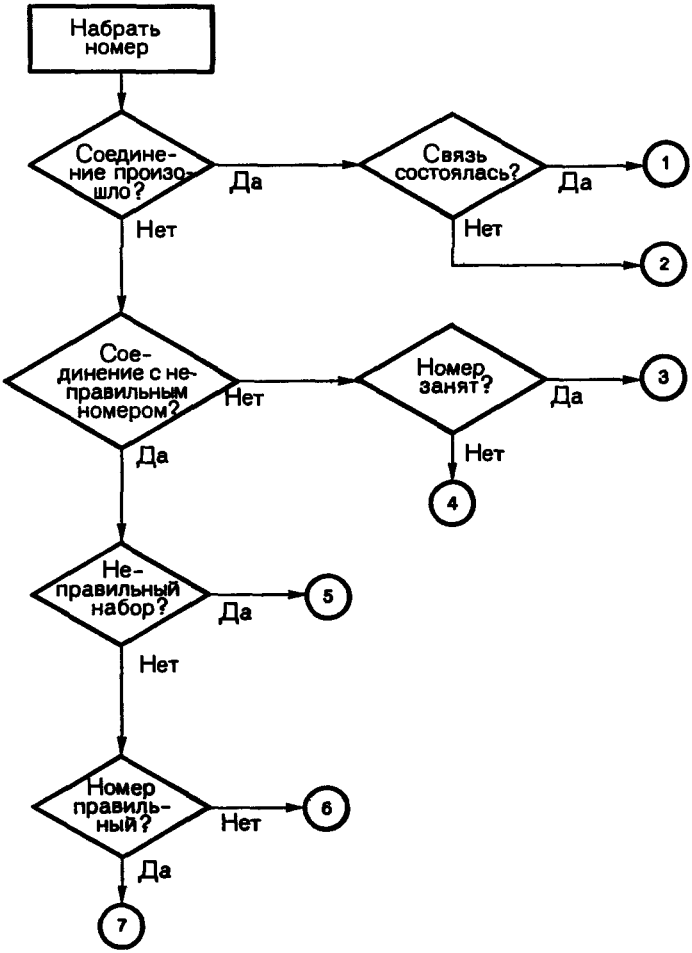


Рис. 9. Возможные ситуации (решения) при наборе телефонного номера.

ıятствующих разговору. Соответственно возможны и различные решения. Ситуации выстраиваются последовательно, и поэтому их можно представить с помощью решающих блоков. Как видно из рис. 9, имеет место по меньшей мере 6 ветвей (выходов), из которых вытекают 7 возможных решений.

Ситуация *1* — единственный положительный результат. Связь с абонентом состоялась. Ситуации *2* и *3* требуют решения о целесообразности новой попытки и момента, когда к

ней следует приступить. Ситуации *4* и *7* указывают на неисправности (помехи). Ситуация *6* требует решения: надо ли искать новый номер и набрать его снова или лучше попытаться достигнуть желаемой цели другим способом. При ситуации *5*, естественно, принимается решение набрать номер повторно.

4.2. ПРОВЕРКА И ДОПОЛНЕНИЕ

В последнем примере уже на втором шаге мы перешли к проверке возможных решений на полноту. Рассмотрим этот момент несколько подробнее. Еще раз обратимся к блок-схеме программы ЭВМ. Она не только дает наглядное представление поля возможных решений, но и позволяет быстро выяснить, действительно ли все варианты мы охватили.

С помощью линейного соединения n элементарных блоков, соответствующих альтернативным решениям (типа «да — нет»), мы можем совершенно формально получить $n+1$ вариант. Если одна из этих возможностей отсутствует, значит представление не полно или нарушена последовательность. Что же касается полноты представления самих элементарных решений, то формально проверить это невозможно. Для проверки приходится использовать другие средства.

Таким образом, этап проверки необходимо разделить надвое — на: а) формально-логическую проверку и б) содержательную проверку.

4.2.1. Экскурс в комбинаторику

Математическое исследование полноты возможно лишь в том случае, если варианты решений представлены в форме, допускающей их логический перебор и подсчет. Тогда речь идет о правилах подсчета перестановок (различных способов расположения элементов некоторого множества), резмещений или сочетаний. Рассмотрим несколько примеров.

Декоратор задумал разделить задник оформляемой витрины на три разноцветные части. У него есть три краски: красная, синяя и зеленая. Таким образом, декоратор располагает всего 6 возможностями:

красный — синий — зеленый,
красный — зеленый — синий,
синий — красный — зеленый,
синий — зеленый — красный,
зеленый — красный — синий,
зеленый — синий — красный.

Вообще при n красках, или n элементах, возможно $n!$ (читается: n-факториал; $n!=1\cdot2\cdot3\cdot\ldots n$) вариантов (перестановок).

Несколько изменим постановку вопроса. Декоратору поручено сделать задник только из двух различных цветовых областей, но у него есть четыре краски: красная, синяя, зеленая и желтая. Сколько же теперь появляется способов оформления витрины (сколько возможных решений), если, как и в первом случае, играет роль расположение цветов?

Подсчитаем:

$$V_n=\frac{4!}{2!}=\frac{1\cdot2\cdot3\cdot4}{1\cdot2}=12 \text{ размещений (без повторений),}$$

а именно:

красный — синий, красный — зеленый, красный — желтый,
синий — красный, синий — зеленый, синий — желтый,
зеленый — красный, зеленый — синий, зеленый — желтый,
желтый — красный, желтый — синий, желтый — зеленый.

Вообще же при n красках и k выбираемых цветах формула имеет вид

$$V_n=\frac{n!}{(n-k)!}.$$

Фрау Мейер решила обновить обои в гостиной. Они должны подходить по цвету, рисунку и цене.

Получаются следующие варианты.

Цвет (или *основной тон*): красный, желтый, зеленый, коричневый, синий, светло-серый; соответственно однотонные или пестрые — всего 12 вариантов.

Рисунок: цветы, орнамент, строгий геометрический мотив, абстрактные фигуры — 4 варианта.

Цена: дешевые, средней стоимости, дорогие — всего 3 варианта.

Придет ли в замешательство фрау Мейер, если мы скажем, что ей предстоит перебрать всего $12\cdot4\cdot3=144$ варианта? Действительно, число возможных решений для фрау Мейер составляет 144. А ей надо выбрать одно!

К счастью, торговля облегчает наш выбор...

Вообще говоря, при учете характеристик A, B, $C\ldots N$, каждая из которых может принимать a, b, $c\ldots n$ значений, возможно

$V_m=a\cdot b\cdot c\cdot\ldots\cdot n$ размещений (с повторениями).

Если число возможных значений постоянно и равно n, то при учете k характеристик можно получить

$V_m=n^k$ размещений с повторениями.

Учительница должна из пяти лучших учеников класса отоб-

рать троих, которые представят класс на празднике у шефов. Сколько возможных вариантов выбора она имеет? В этом случае мы встречаемся не с перестановками, а с сочетаниями.

Здесь возможно

$$C=\frac{5}{3}=\frac{5\cdot4\cdot3}{1\cdot2\cdot3}=10 \text{ сочетаний}$$

$\left[\binom{5}{3}\right.$ читается: из 5 по 3$\left.\right]$.

Назовем этих 5 учеников A, B, C, D и E, тогда варианты таковы: ABC, ABD, ABE, ACD, ACE, ADE, BCD, BCE, BDE, CDE.

В общем случае при n элементах, из которых надо выбрать k, имеется

$$C=\binom{n}{k}=\frac{n\,(n-1)\,(n-2)\cdot\ldots\cdot(n-k+1)}{1\cdot2\cdot3\cdot\ldots\cdot k}$$

возможностей (комбинаций).

Во всех четырех примерах (и аналогичных задачах такого рода) число возможных решений с увеличением значений n и k возрастает настолько резко, что быстро становится необозримым. Если бы в первом примере у декоратора было не 3, а 5 красок, число перестановок стало бы 120. Если бы во втором примере ему пришлось выбирать из 5 красок 3, то число размещений оказалось бы 60. Если бы фрау Мейер при подготовке к покупке

обоев приняла более подробную градацию возможных цен и выбрала, к примеру, 6 вариантов, ей пришлось бы учитывать уже вдвое большее число решений —288. Если бы учительнице предстояло выбрать 3 учеников не из 5 лучших, а из всего класса, скажем из 20 учеников, то она оказалась бы перед множеством в 1140 возможных решений.

Таким образом, если мы хотим рассмотреть каждую возможность в отдельности, надо сузить границы поля возможных решений. Если же в подробном рассмотрении возможностей нет нужды, то всегда хорошо иметь по крайней мере приблизительное представление о теоретически возможном числе мыслимых решений, или, другими словами, о том, какую долю общего числа составляют те немногие варианты, которые действительно доступны исследованию или вообще реализуемы. Тогда, выбирая разумные ограничения, можно существенно уменьшить эти большие числа. Однако для этого необходимо себе ясно представить все варианты.

Несколько медленнее возрастает число вариантов в примере с затруднениями при телефонной связи, хотя и здесь применим простой математический расчет. Рассмотрение этого случая можно закончить следующим обобщением.

Если задача выбора решения допускает разбиение на n дихотомий (то есть решений типа «да — нет»), то существует $n+1$ возможный вариант при условии, что тупиковые ветви не соединяются между собой. Если две стрелки (от различных решений) попадают в один и тот же блок следующей ступени, то общее число выходов, естественно, уменьшается и соответственно уменьшается число возможных решений.

Во всех случаях, когда такое дихотомическое расчленение задачи имеет смысл и осуществимо, задачу стоит представить графически, ибо может случиться, что ветви замыкаются друг на друге, тогда проверка на полноту не заканчивается доказательством существования $n+1$ возможности. Графическое представление при этом раскрывает логическую полноту или неполноту скорее и надежнее, чем гадание по поводу искомого числа.

Если такое решение еще не обработано и не подготовлено подробным образом, то есть если еще не ясно, можно ли перечисленные списком варианты решений представить в виде поэтапной последовательности дихотомий, это надо сделать прежде всего. Тем самым проверяется, состоит ли решение из цепочки отдельных решений, на которые можно последовательно ответить «да» или «нет» и которые зависят друг от друга. Если состоит, то надо сформулировать эти элементарные вопросы и изобразить весь процесс графически. Впрочем, вполне может оказаться, что такая форма не подходит. Тогда приходится идти по другому пути.

4.2.2. Дерево решений

Следующим подспорьем для представления возможных решений и проверки их на формальную полноту служит *дерево решений* [4].

Принцип ветвления вариантов решения должен быть понятен из рис. 6. С помощью дерева решений сложное решение иерархически расчленяется на элементы, причем эти решения становятся все более конкретными по мере того, как ветвление продвигается вниз. Такая форма дает больше свободы представления, чем блок-схема программы, поскольку на этапах единичных решений (плоскостях или уровнях) допустимы не только два, но гораздо большее число исходов (ветвлений). При этом используются не символы блок-схем, а (в общем случае) кружки для каждого элемента, хотя существуют и деревья решений с взаимными связями (при этом отдельные элементы могут замыкаться на два или более элемента верхнего уровня). Но последние мы рассматривать не будем, так как обозримость в этом случае сильно ухудшается.

Вернемся к проблеме встречи Нового года, на этот раз на рис. 10 она представлена в расширенном виде с применением обычной формы дерева решений. Каждый кружок обозначает решение, причем в верхних иерархических уровнях это лишь предварительные или промежуточные решения. Только на самом нижнем уровне мы находим конкретное решение, которое надо, конечно, рассматривать в зависимости от всей ветви от *A* до каждого конкретного элемента. Прописные буквы обозначают иерархический уровень (степень детализации), а цифры — текущие номера в пределах каждого уровня.

Дерево решений, представленное на рис. 10, вполне можно продолжать и далее. В решениях D1 и D2 можно отметить, каких гостей следует пригласить, в D5 и D6 — кого бы мы хотели (или кого необходимо) навестить, в D7 и D8 — указать цель путешествия и т. д. Вот только для решения D4, пожалуй, трудно найти дальнейшее разветвление.

Такое дерево решений дает отличный обзор всего поля решений и обеспечивает проверку его полноты. Существует столько вариантов решений, сколько ветвей в дереве (о проверке по содержанию мы поговорим позже). Основной вопрос состоит в том, как получить такой отличный обзор, если, конечно, поле решений вообще можно представить подобным образом?

Как и в случае применения символики, используемой при построении блок-схемы программы, и в этом случае надо построить цепочку решений, в которой общность к тому же должна снижаться по мере перехода к более низким уровням иерархии. Следовательно, в перечне беспорядочно собранных вариантов решений

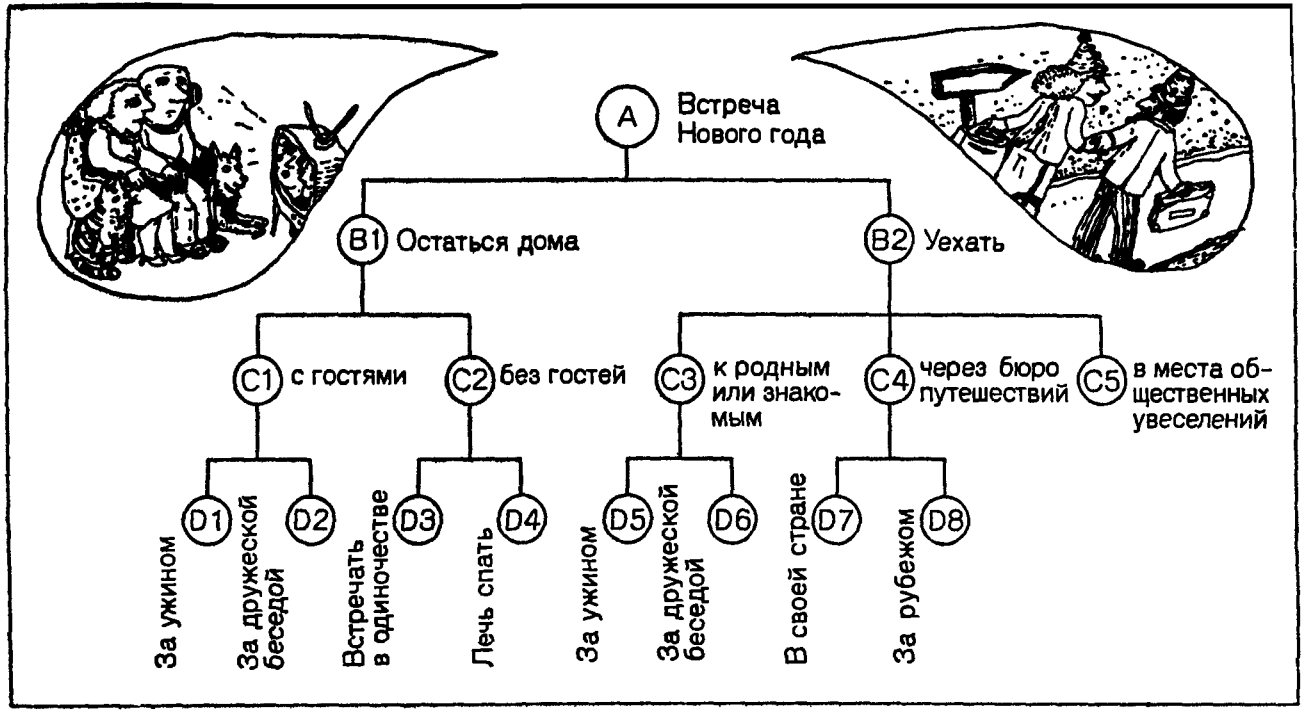


Рис. 10. Дерево решений «Встреча Нового года».

(шаг 1) неявно уже должна быть заключена некоторая иерархическая система, которую нам надлежит отыскать. Надо в таком еще беспорядочном наборе образовать группы, классы или найти общие черты, которые можно обнаружить при обобщении понятий. Если при всех стараниях это не получается, значит, задача непригодна для подобного представления.

Рассмотрим ситуацию на примере.

В рамках изучения методов построения дерева целей (дерево решений представляет собой частный случай дерева целей) была поднята следующая проблема: зимой на многих предприятиях возникают большие трудности при разгрузке железнодорожных вагонов с углем, особенно если он плотно смерзся. Что можно предпринять, чтобы облегчить разгрузку?

Как рекомендуется для шага 1, все возможные решения прежде всего следует записать в любом порядке, например:
обработать уголь щелочью;
завести вагон в отапливаемое помещение;
разрыхлить уголь с помощью отбойных молотков;
покрыть вагон полиэтиленовой пленкой;
встряхивать уголь при транспортировке;
подогревать уголь теплым воздухом;
обогревать стенки вагона и т.д.

После этого надо попытаться упорядочить этот перечень. Вот этапы работы:

а) Намечаются два принципиально различных подхода к решению, а именно:
мероприятия по предотвращению промерзания угля;
мероприятия по выгрузке промерзшего угля.

б) Выясняется, что существуют химические, механические и термические методы.

в) Из (а) и (б) образуются уровни B и C дерева решений. Затем представленные в перечне возможности приписываются пяти образовавшимся при этом предварительным конечным пунктам. Таким путем образуется более тонкое деление уровней D и E, причем на этом этапе должны обнаружиться новые возможности решения общей проблемы.

Дерево решений (без поперечных связей) представлено на рис. 11 и показывает, что общее число возможных решений этой проблемы равно 31.

Процесс, при котором отдельные решения сначала собираются, а затем упорядочиваются с учетом иерархии, рекомендуется в том случае, если еще нет никаких представлений о виде и ветвлениях будущего дерева решений. Если же заранее известно, как можно дифференцировать грубые предварительные решения и разложить их на единичные, стоит начинать прямо с дерева решений и только с его развитием найти сами единичные решения.

A
Обеспечение разгрузки угля в мороз
B1
Мероприятия по предотвращению промерзания угля
C1
Использование химикалиев
C2
Термические методы
C3
Механические методы
С помощью
D1
Покрытие полимерной пленкой
D2
Обрызгивание вагона
D3
Обрызгивание угля
D4
электроэнергии
D5
пара/горячего воздуха
D6
накопленного тепла
D7
Встряхивание при транспортировке
E1
Послойно
E2
Сверху
E3
Щелочью
E4
Маслом
E5
Водными растворами
E6
Поверхностно-активными веществами (ПАВ)
E7
Непрямой обогрев
E8
Встроенный обогрев
E9
Каналы в вагоне
E10
Просушивание угля
E11
Вагон с двойными стенками
E12
Предварительный подогрев угля
E13
Теплоизоляция
E14
Вращающиеся мешалки
E15
Электромагнитные методы

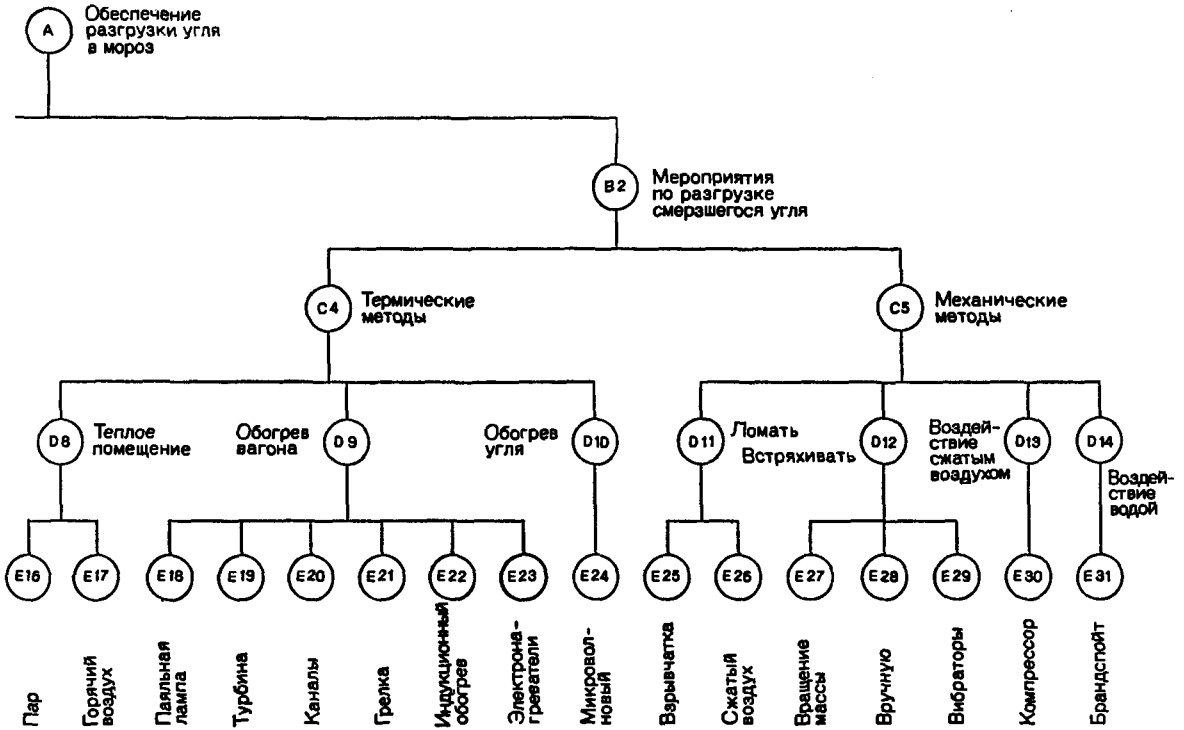


Рис. 11. Дерево решений «Разгрузка угля».

Приведем небольшой пример, основанный на кратком сообщении в одном техническом журнале.

В округе Галле в 1977 г. рабочая группа по борьбе с шумом при Палате техники разработала «Проект рекомендаций по борьбе с шумом в городах и поселках». В нем различались:
мероприятия, касающиеся всей системы транспортных средств;
мероприятия, реализуемые при развитии этой системы;
мероприятия, осуществляемые на месте обнаруженного источника шума;
вопросы, относящиеся к реконструкции системы и разработке способов ее оценки.

Если рассмотреть проблему в еще более общем виде (что, по-видимому, не входило в задачу этой рабочей группы), то в нее следовало бы включить мероприятия, относящиеся к источнику шума, то есть к машине и к проезжей части дороги. Эти 5 групп мероприятий можно использовать как варианты на первом иерархическом уровне дерева решений «Борьба с транспортным шумом». Таким образом, появляется возможность развивать это дерево сверху вниз. На втором иерархическом уровне, прежде чем приводить конкретные меры, можно указать группы мероприятий, такие, например, как конструктивные изменения в машине, звукоизоляция на месте обнаружения шума, посадка деревьев на пути распространения шума или изменение маршрутов. На рис. 12 поле решений доведено до такого иерархического уровня; при этом мы отнюдь не стремились достигнуть полноты. Реальные конкретные мероприятия, такие, как, например, асфальтирование проезжей части, звукоизоляция окон в зданиях, посадка деревьев вдоль улиц или прокладка новой трассы, должны размещаться на следующем иерархическом уровне. Естественно, и в этом случае множество возможных решений должно соответствовать множеству конечных пунктов на дереве решений.

Как вы уже, конечно, заметили, при этом вопросы логической проверки весьма тесно связаны с проверкой содержательной полноты. Эти две стороны больше нельзя отделять друг от друга, и мы вполне сознательно проведем теперь этот переход.

Чтобы не допускать больших разрывов в методах представления решений, будем пока придерживаться графического способа построения дерева решений. Теперь зададимся вопросом: можно ли на основании или при помощи дерева решений восполнить пробелы содержательного характера в нашем наборе возможных решений? Прежде всего остановимся на степени детализации. Является ли на самом деле последний уровень конечным или его элементы допускают дальнейшее дробление? Если дальнейшее расчленение возможно, остается вопрос, имеет ли этот уровень смысл, оправданы ли связанные с ним затраты. Еще раз

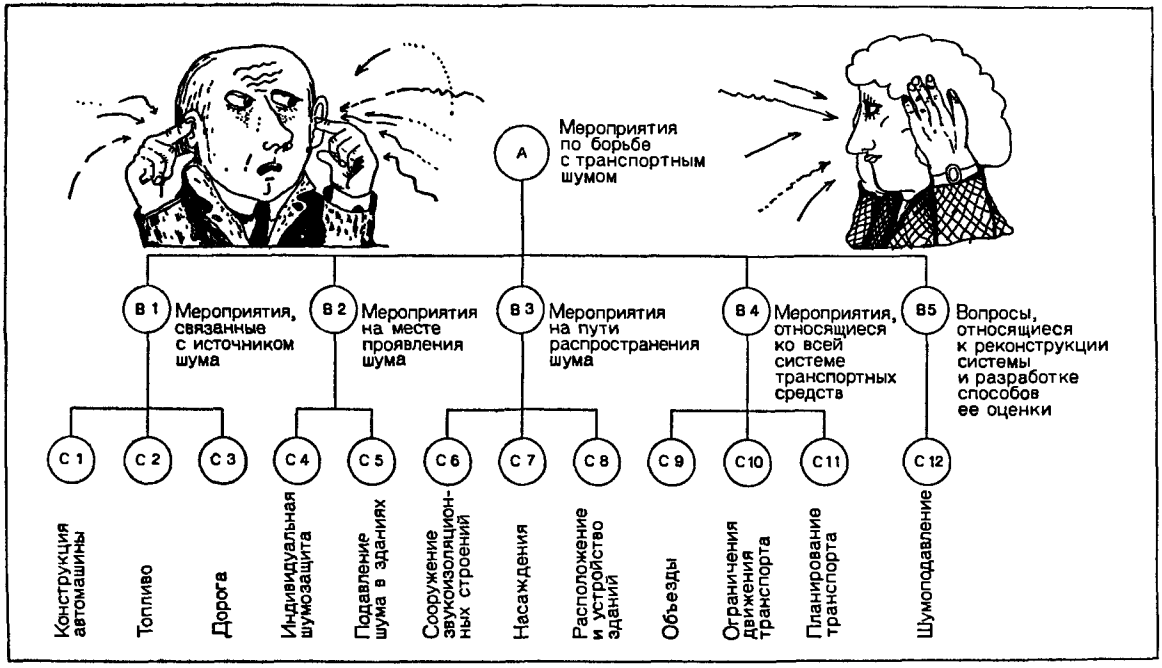


Рис. 12. Дерево решений «Борьба с транспортным шумом».

в качестве примера рассмотрим рис. 10 — «Встреча Нового года». Для конкретного решения это представление не вполне достаточно. В случае если будет решено пригласить гостей или самим отправиться в гости, надо вписать соответствующие имена и — поскольку сегодня никто не обходится без ежедневника — найти заметки о соответствующих договоренностях. Если принимается решение отправиться в путешествие или посетить увеселительные места, то предварительные соображения еще более важны. Если соответствующие заказы не оформить достаточно заблаговременно, то весь план может рухнуть. Важно ясно представить себе, какие цели путешествия вы преследуете или какие увеселительные мероприятия намерены посетить.

Можно, конечно, исходить из предположения, что дальнейшее расчленение имеет смысл только тогда, когда уже принято определенное решение, сделан выбор из известных к настоящему времени возможностей. Такой метод особенно рекомендуется при весьма обширных полях решений (при обилии возможностей), когда остальные решения с трудом поддаются обзору или когда они годятся скорее для реализации, чем для поиска новых вариантов решения. Конечно, есть опасность пропустить полезные решения, которые отчетливо проявляются только при уточнении, или отнестись к ним без должного внимания. В примере с разгрузкой угля (см. рис. 11), однако, этот второй путь можно считать оправданным. Элементы иерархического уровня Е уже настолько конкретны, что можно отважиться принять решение. Затем можно еще проверить, нет ли других вариантов, например способа покрытия пленкой или видов пленки при Е1 и Е2 или же технической реализации в пунктах Е7, Е22, Е24, Е30 или Е31. Итак, последовательно перебирая все конечные точки дерева решений и выясняя, достаточно ли точно и конкретно они сформулированы, можно прийти к заключению об имеющихся пробелах и соответственно возможностях расширения поля решений.

Другая постановка вопроса касается разветвлений на каждом иерархическом уровне и в каждом пункте, где принимаются решения. Все ли мыслимые варианты учтены? Именно этот вопрос следует проверить в каждом узле дерева решений. При важных и ответственных решениях такую проверку следует делать не в одиночку, а поручать группе людей. При решениях, касающихся личных вопросов, полезен «семейный совет». В большинстве случаев вы убедитесь, особенно при обширном и сложном поле решений в том, что коллективное обсуждение дает больше вариантов возможных решений, чем в состоянии предложить один человек.

Может оказаться полезным обозначение уровней соответствующими более обобщенными понятиями. Характерен пример на рис. 11:

уровень A — цель решения,
уровень B — стратегия решений,
уровень C — классы (группы) методов,
уровень D — методы,
уровень E — варианты решений.

При таком подходе единичные варианты на каждом иерархическом уровне в зависимости от решаемой проблемы можно изучать, исследовать и обобщать с помощью математических, естественно-научных, организационных, обществоведческих или иных принципов, элементов или структур. Иногда оказывается полезно обозначения расчленений определенной ветви перенести на другую ветвь (см. рис. 11, уровень C; здесь можно поставить вопрос: почему не учитывается добавка химикалий в ветви B2?).

Во избежание недоразумений заметим, что все вышесказанное отнюдь не должно настраивать вас на то, чтобы увеличивать число возможных вариантов решений! Мы отнюдь не хотим усложнить работу, напротив, мы стремимся усовершенствовать процесс поиска решения. Речь идет о том, чтобы в результате недостаточно тщательной подготовки не пропустить хороший (быть может, даже лучший) вариант и не проглядеть наилучшего из всех возможных решений.

Рассмотрим другую форму представления, которая позволяет произвести проверку возможных вариантов решений на их полноту.

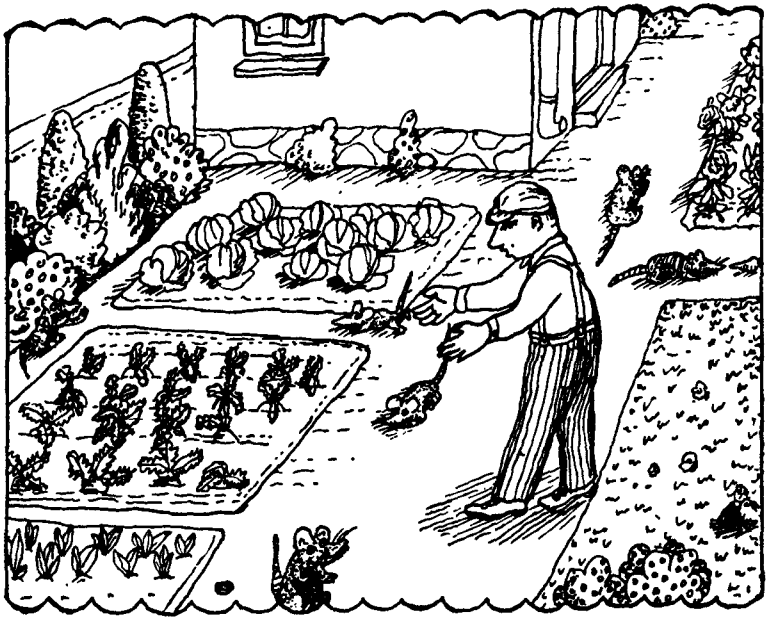
4.2.3. Соображения морфологического характера

Слово «морфология» греческого происхождения, оно переводится как «учение о форме», а потому применяется в биологии, географии, филологии и других науках. Мы будем относить его к классу или группе проблем и соответственно — к решениям проблем. *

Рассмотрим такой пример. Одному владельцу садово-огородного участка массу неприятностей причиняли мыши-полевки. Садовод решил что-то предпринять. Он продумал целый ряд мер, случайно, без всякой системы пришедших ему в голову, как-то:
выложить приманки с ядами,
окурить подземные ходы,
установить ловушки,
затопить ходы водой,

---

* Морфологический метод — подход к исследованию систем большой сложности, тесно связанный с методом построения и анализа дерева целей,— был предложен в 1942 г. швейцарским астрономом Фрицем Цвикки.— *Прим. ред.*



перекопать весь садовый участок и т.д.

Однако по собственному опыту и из бесед с соседями садовод знает, что все эти меры не очень действенны. Он полагает, что продумал все возможные варианты и других средств борьбы не существует. Если наш садовод-любитель склонен к систематическому мышлению, он попробует упорядочить и классифицировать разнородные мероприятия (как возможные решения). Он придет к заключению, что эти мероприятия могут относиться
к собственно животным (вредителям),
к их жилищам — гнездам (ходам),
к их питанию или
ко всему саду.

Далее он заметит, что эти мероприятия могут быть
физического,
химического
или биологического характера
и могут быть направлены на
разорение (уничтожение) или
преобразование (изменение).

Обрадованный этим результатом, наш садовод пристраивается в каком-нибудь тенистом уголке и берется за карандаш. Он комбинирует между собой эти узловые моменты и таким образом приходит к табл. 3, которую мы назовем морфологической. Каждая клетка в корпусе этой таблицы относится к комбинации ва-

Таблица 3

Морфологическая комбинационная таблица «Борьба с мышами-полевками» (I)

Объекты воздействия	Мероприятия					
	Разорение			Преобразование		
	физические методы	химические методы	биологические методы	физические методы	химические методы	биологические методы
Мыши-полевки	Отлов и умерщвление	Отравление				
Норы и гнезда	Затопить водой ходы	Окурить ходы				
Пища						
Территория сада						Перекопка всего сада

риантов, приведенных в ее входах. Первая клетка в левой верхней части содержит мероприятия, ведущие к *физическому уничтожению животных*, то есть к их отлову и умерщвлению. Клетка справа от нее содержит мероприятия, ведущие к *химическому уничтожению мышей*, например выкладыванию яда. Тогда в клетке, относящейся к комбинации *физического уничтожения жилищ и гнездовий*, логично поместить мероприятие «Затопить водой ходы». Меру «Окурить ходы» следует расположить в соседней клетке справа, относящейся к химическим методам. В правом нижнем углу таблицы значится действие «Перекопка всего сада», представляющее собой *биологическую* меру, направленную на *преобразование всей территории*, которая должна привести к полному изгнанию полевок. Достоинство этой схемы в возможности исследовать ее систематически и целенаправленно. Сначала рассматривают уже заполненные клетки. Комбинируя различные сочетания способа и объекта воздействия, мы поднимаем единичные понятия на более высокий уровень восприятия. Вместо «Отлов и умерщвление» это поле таблицы можно обозначить более общо: «Уничтожение вредителей физическими способами».

Тогда перед каждой клеткой нашей таблицы мы задаемся вопросом: существуют ли еще какие-нибудь варианты, относящиеся к рассматриваемой комбинации? Иными словами: есть ли еще какие-нибудь возможности физического уничтожения мышей? Не правда ли, жутковатый вопрос? Мы не станем дальше расписывать ответы на него. Следующий вопрос: есть ли еще возможности физического разрушения нор и гнезд? Здесь нашему садоводу приходит в голову, что для большей полноты в эту клетку таблицы надо поместить еще мероприятие по обрушиванию подземных ходов с помощью лопаты — «Механически обрушить».

Рассматривая вопрос, есть ли еще какие-нибудь возможности химического разрушения подземных ходов, прорытых мышами, наш садовод вспоминает, что один его знакомый пробовал их подрывать. Всю систему подземных ходов можно разрушить, заполнив ее взрывчатым газом и затем воспламенив его. И хотя этот способ нашему садоводу-любителю не очень по душе, он берет и его на заметку и помещает в свою таблицу.

Еще одно менее опасное мероприятие он помещает в последней клетке справа внизу: покупка собаки, присутствие которой на садовом участке может вынудить полевых мышей к перемене «местожительства».

Если в уже заполненные клетки нельзя внести новых дополнений, следует обратиться к свободным клеткам. Почему они до сих пор свободны?

Возможны два ответа: либо

а) подобная комбинация абсурдна или заранее очевидно, что она нереализуема, либо

б) соответствующее мероприятие упустили из виду.

Наш садовод-любитель должен рассмотреть каждую свободную клетку и выяснить, есть ли для этого поля таблицы разумное мероприятие или нет.

Проследим немного дальше ход рассуждений находчивого садовода:

строка 1, клетка 3, ответ: «да»	— обзавестись естественными врагами полевых мышей (собака, кошка)
	— бактериологическое заражение
строка 1, клетка 4, ответ: «да»	— отлов мышей и удаление их с садово-огородного участка
	— отлов и стерилизация
	— акустическая имитация сигналов опасности и болевых сигналов, которыми обмениваются мыши, с целью вынудить их к уходу
строка 1, клетка 5, ответ: «нет»	
строка 1, клетка 6, ответ: «да»	— разведение и размещение на участке животных-врагов
строка 2, клетка 3, ответ: «нет»	
строка 2, клетка 4, ответ: «да»	— заделать все выходы
строка 2, клетка 5, ответ: «нет»	
строка 2, клетка 6, ответ: «нет»	
строка 3, клетка 1, ответ: «да»	— удаление из сада всего съестного
строка 3, клетка 2, ответ: «да»	— добавка яда в естественную пищу
строка 3, клетка 3, ответ: «да»	— не сажать больше растений, которые могут служить пищей для полевок
строка 3, клетка 4, ответ: «да»	— защитить растения пленкой, глубоко заделанной в землю
строка 3, клетка 5, ответ: «нет»	
строка 3, клетка 6, ответ: «да»	— выращивать растения, которые не годятся в пищу мышам
строка 4, клетка 1, ответ: «да»	— отказаться от сада
строка 4, клетка 2, ответ: «да»	— перекопать весь участок и химически основательно обработать, после чего заложить сад заново
строка 4, клетка 3, ответ: «да»	— прекратить обработку садового участка (запустить сад)

строка 4, клетка 4, ответ: «да» — сделать более плотные (густые) ограждения и глубже заделать их в землю

строка 4, клетка 5, ответ: «нет»

Сопоставление всех этих мероприятий демонстрирует табл. 4. Даже не увлекаясь садоводством, вы, дорогой читатель, не можете не заметить, что некоторые мероприятия имеют мало шансов не только на успех, но и на осуществление. Нет такого садовода-любителя, который пошел бы на то, чтобы запустить свой сад или вовсе от него отказаться только из-за того, что в нем появились полевые мыши. Лишена смысла попытка заткнуть выходы из подземных ходов: мыши сразу же пророю новые.

Стерилизация или акустическая имитация звуков, издаваемых мышами в качестве сигналов тревоги, по-видимому, представляют теоретический интерес, так как требуют установки специального оборудования, расходы на которое вряд ли окажутся под силу нашему садоводу.

С другой стороны, вы не можете не заметить, что на этом пути были найдены новые возможности решения проблемы. Принцип, лежащий в основе этого метода, весьма плодотворен. Обсуждение клеток, заполненных после первых размышлений, рассмотрение незаполненных клеток чрезвычайно активизирует наше мышление. Такая система приводит к ассоциациям, которые вряд ли возникли бы при произвольном бессистемном перечислении вариантов решений.

Естественно, что в подобной ситуации предпосылкой к успеху является удачное разбиение исследуемого множества возможных решений на две (или более) характерные области. В рассмотренном примере комбинировались способы и объекты воздействия. При решении других проблем эти области, на которые разбивается множество возможных решений, будут иметь другие признаки. Если двух классов признаков не хватает, то систему можно распространить на три, четыре или более переменных, однако с возрастанием их числа утрачивается обозримость проблемы. Три варьируемых признака требуют построения пространственной модели, морфологического *ящика*, однако кто же в состоянии это сделать! Четыре и более варьируемых переменных вообще представимы только в целом. Остается лишь формально-логическое комбинирование в виде списков. Мы по возможности будем придерживаться наглядной двумерной модели. *

Весьма интересный пример применения морфологического метода описывает советский ученый Г. С. Альтшуллер в своей

---

* Морфологический анализ не ограничивается двух- и трехмерными задачами. Его практическая ценность в эффективности и достаточной простоте процедуры анализа для многомерных случаев.— *Прим. ред.*

Таблица 4

Морфологическая комбинационная таблица «Борьба с мышами-полевками» (II)

Объекты воздействия	Мероприятия					
	Разорение			Преобразование		
	физические методы	химические методы	биологические методы	физические методы	химические методы	биологические методы
Мыши-полевки	Отлов и умерщвление	Отравление	Обзавестись естественными животными врагами Применить болезнетворные организмы	Отлов и стерилизация Отлов и удаление Имитация звуковых сигналов боли и тревоги		Разведение и размещение на участке животных-врагов
Норы и гнезда	Механически обрушить Затопить водой ходы	Окурить Подорвать		Заделать выходы		
Пища	Удаление	Отравление	Впредь не выращивать	Защитить растения пленкой		Выращивание других культурных растений
Территория сада	Отказ от сада	Химическая корениая обработка всей почвы	Прекращение всякой обработки сада	Изготовление более густых ограждений и их заглубление		Перекопка всего сада

книге «Изобретение — это очень просто» [5]. Согласно Альтшуллеру, при работе над каким-либо изобретением предпринимается попытка разрешить определенное техническое противоречие, которое либо очевидно, либо выявляется в процессе разработки.

Горноспасательная служба одной из стран искала способ, как скорейшим образом разыскивать лыжников, засыпанных снежной лавиной. Техническое противоречие состояло в том, что требовалось обнаружить людей под толщей снега, не имея никаких видимых следов. Изобретение должно было обеспечить надежный способ розыска потерпевших. Решение было найдено, горнолыжникам вменялось в обязанность иметь при себе небольшой магнит, а обнаружить местонахождение такого магнита под снегом уже не составляло большой проблемы.

Чтобы облегчить разрешение подобных технических противоречий, Г. С. Альтшуллер предложил морфологическую таблицу, в которой первая варьируемая область относится к тому признаку, который необходимо изменять, а вторая — представляет признак, препятствующий благоприятному решению проблемы. Он сопоставил по 32 подобных признака, откуда получилось $32 \cdot 32 = 1024$ возможных комбинации. В образовавшиеся клетки таблицы — каждая клетка представляет определенную разновидность технического противоречия — Альтшуллер поместил один или несколько принципов разрешения этого противоречия, уже проверенных на практике или обещающих успех. На основании материалов, почерпнутых из научной литературы, и собственных исследований он составил перечень 35 принципиальных решений с пояснениями на примерах и представил все это в морфологической комбинационной таблице. Табл. 5 — фрагмент из нее. Цифры, помещенные в соответствующих клетках, обозначают номер применяемого принципа решения (номера последних располагаются по степени важности). Несколько небольших примеров, относящихся, разумеется, к уже известным идеям, могут разъяснить, как мыслится работа с этой таблицей.

1. Как должен вести себя изобретатель, который не знает ни кварцевых, ни атомных часов и который хочет радикально повысить точность обычных механических часов?

Он задает себе вопрос:

— Какой признак должен быть изменен (улучшен)?

Ответ: точность.

— Какой признак при традиционном способе решения (например, при прецизионном изготовлении отдельных деталей) служит препятствием?

Ответ: масса, потому что, например, механически колеблющийся маятник-баланс из-за своей массы вряд ли позволяет рассчитывать на более постоянные колебания.

Таблица 5

Фрагмент из морфологической комбинационной таблицы Г. С. Альтшуллера

Признак, подлежащий изменению	Препятствующий признак								
	Масса	Объем	Продолжительность	Прочность	Форма	Надежность	Точность	Ремонтопригодность	Вредные факторы
Масса	—	29 34 6 9	6 25 34	9 8 34	9 14 24 16	3 11 14 1	26 27 28 31	2 27 31 11	8 13 1 22
Объем	2 14 29 8	—	6 25 35	9 14 15 7	1 15 16 29	14 1	32 26 28	34 10	22 23 33
Точность	28 32 13	32 31	3 27	3	32	11 32	— .	2 10	2 32 10 29
Мощность (производительность) или емкость	12 8 34 23	35 6 18 13	19 35 10	9 26 31	2 14 29	19 2 34	32 15 2	2 35 10	19 18 4 22
Надежность	3 8 9 29	16 3 9 14	25 2 35 3	11 28	35 11 1	—	32 3 11	11 1	19 21 23 33
Степень автоматизации	14 19 6 35	35 31 13	6 10	32 13	15 32 1 13	18 11 27 32	27 31 35	1 35 13	33 18 2

Эти ответы приводят к клетке, соответствующей комбинации «точность — масса». В этой клетке указаны принципы решения 28, 32 и 13. Мы выберем первый из этих номеров. Принцип 28 гласит: «Замена механической энергии», а разъяснение к нему: «Вместо механической системы следует применить электрическую, магнитную, оптическую или гидропневматическую». Оно наводит на мысль о необходимости применить для измерения времени колебательную систему другого вида, возможно колебания кристалла кварца или колебания атома.

2. При монтаже электропроводки в каком-то здании важно обеспечить безопасность при перегрузках и возможность простого ремонта.

— Какой признак следует изменять?

Ответ: надежность.

— Какой признак служит препятствием при традиционном способе решения (например, за счет увеличения поперечного сечения кабеля)?

Ответ: удобство ремонта.

Соответствующая клетка таблицы содержит принципы 11 и 1.

Принцип 11 означает: «Предотвращение (профилактика)», а дополнительное разъяснение: «Предусмотреть возможность аварии заранее и обеспечить мероприятия по уменьшению ущерба».

Теперь до известного решения — применить плавкие предохранители или автоматы — короткий путь.

3. Пустая молочная бутылка доставляет серьезные неприятности как торговле, так и потребителю. Возникает проблема возврата бутылок, их складирования и транспортировки. Как помочь делу?

— Какой признак следует изменить?

Ответ: оборот (производительность) торговли, вместимость (торговой точки).

— Какой признак при традиционном решении (например, лучшая организация возврата бутылок) служит помехой?

Ответ: масса.

На пересечении этих строки и столбца в соответствующей клетке нашей таблицы находим числа 12, 8, 34 и 23. Пригоден принцип 34 «Удаление отслуживших частей» и разъяснение: «После выполнения некоторым элементом своей функции он уничтожается как балласт».

Решение: применение упаковки, которую не надо возвращать и после употребления можно выбросить.

4. Производительность электросварщика можно было бы существенно повысить, если бы удалось автоматизировать процесс сварки, не ухудшая при этом качества сварного шва.

— Какой признак следует изменить?

Ответ: степень автоматизации.

— Какой признак при традиционном решении (например, авоматическом продвижении электродов) служит препятствием?

Ответ: мешающие факторы (влияние атмосферы на расплавленный металл сварочной ванны) сохраняются или даже усиливаются.

Комбинационная таблица дает принципы решений 33, 18 и 2. Принцип 33 — «Однородность применяемых материалов» реализовать невозможно. Принцип 18 с разъяснением «Часто измене-

ние окружающей среды оказывается проще, дешевле и эффективнее, чем изменение системы». Это приводит к идее сварки в среде защитных газов. Сварочный шов защищается от воздействия атмосферного воздуха с помощью подводимого защитного газа (CO_2, аргон и т. д.). Одновременно вместо электрода можно применять для сварки незащищенный бесконечный провод, за счет чего условия для автоматизации еще более улучшаются.

Подобных примеров должно быть достаточно, чтобы такого рода морфологическая таблица стала «катализатором идей». Особенно важна правильная постановка вопроса. Если формулировка вопроса не приводит к цели, ее надо изменить.

В качестве последнего примера применения морфологического метода для систематического расширения возможностей выбора (а следовательно, возможных решений) рассмотрим ее несколько необычное использование. Попробуем с помощью морфологической таблицы разработать план детективного романа. Детективов написано столько, что, кажется, все мыслимые варианты уже исчерпаны. Морфологическая таблица свидетельствует, что это совсем не так. (Утешение для тех, кто хотел бы испытать свои силы на этом поприще!)

Что же содержит классический детектив в качестве постоянных величин?

Можно перечислить: главного героя; убитого (или убитую); причину смерти; место происшествия; убийцу; мотив преступления; метод раскрытия; исход.

Если эти 8 факторов рассматривать как переменные величины, можно получить 8-мерную систему переменных, «клетки» которой (кстати, тоже 8-мерные) соответственно образуют конкретный остов детективного романа. Если каждая из 8 переменных может принимать 10 определенных значений (вариантов), то мы получим $10^8 = 100\,000\,000$ разновидностей детективного романа. Чтобы представить это несколько нагляднее, в табл. 6 показаны не комбинации, а только варианты 8 «параметров». При этом определенная комбинация появляется тогда, когда проведенная нами линия пройдет через некоторую клетку в каждой из 8 строк.

Изображенный на табл. 6 ход линии дает нам следующее развитие событий. Директор банка был убит в рабочем кабинете. Убийца-гангстер застрелил его с целью ограбления. Сотруднику уголовной полиции удалось с помощью анализа следов, оставленных на месте преступления, задержать убийцу, который понес заслуженное наказание. («Затасканная» история, не правда ли? Попробуйте сами найти новый остросюжетный поворот!)

Вы, конечно, уже поняли, что если речь идет о нахождении целой «системы вариантов решений», то морфологический метод можно применять независимо от конкретной задачи, для решения

Морфологическая таблица, позволяющая

Постоянные	Варианты				
	1	2	3	4	5
Главный герой	Сотрудник уголовной полиции	Студент	Профессор	Врач	Журналист
Убитый	Супруга	Супруг	Директор	Шпион	Солдат
Причина смерти	Застрелен	Отравлен	Повешен	Утоплен	Сломал шею при падении
Место происшествия	Спортплощадка	Театр	Квартира	Парк	Здание банка
Убийца	Наследство	Гангстер	Ученый	Инженер	Шпион
Мотив преступления (убийства)	Алчность	Любопытство	Месть	Ревность	Состояние аффекта
Метод раскрытия	Следы на месте преступления	Свидетельские показания	Случай	Явка с повинной	Комбинационный талант
Исход	Убийца мертв	Убийца сбежал	Убийца в тюрьме	Убийца раскаялся	Главный герой в почете

которой он был предназначен, и для анализа проблемы совсем иного рода. Поэтому нас не должно удивлять, что этот метод известен как метод «генерации идей».

В следующем разделе тесная связь между нахождением решений и генерацией идей прослеживается еще более отчетливо.

4.2.4. Коллективный поиск вариантов

Другим способом расширить поле возможных решений и (если повезет) на деле охватить все мыслимые варианты служит *конференция идей*. В книге «Нужны идеи» [6] ее авторы пишут по этому поводу, что идеи оказываются полезными для соответствующих решений в соответствующий момент. Во время конференции идей вокруг одной и той же проблемы определенное вре-

Таблица 6

разработать план детективного романа

(переменные)				
6	7	8	9	10
Школьник	Актер	Рабочий	Директор	Фотограф
Рабочий	Полицейский	Студент	Турист	Автомобилист
Удушен	Паралич сердца	Задохнулся	Убит ударом твердого предмета	Не установлена
Дом престарелых	Граница	Корабль	Самолет	Улица
Супруг	Супруга	Любовник	Швейцар	Учитель физкультуры
Страх	Жажда власти	Ошибка, недоразумение	Сохранение тайны	Отчаяние
Подозрительное поведение	Предательство	Интуиция	Применение компьютера	Не разъяснен
Главный герой получает новое задание	Главный герой пишет мемуары	Главный герой одинок	"Убитый" жив	Вся история вымышлена

мя группируются много идей, это происходит вследствие того, что большое число людей одновременно обдумывают одну и ту же проблему и взаимно возбуждают друг друга. Что же мешает нам в качестве обдумываемой проблемы избрать проблему поиска решения, а в качестве идей рассматривать варианты возможных решений? При условии, разумеется, что вообще есть надежда с помощью новых идей прийти к новым возможным решениям.

В чем же отличие конференции идей от «обычного» заседания, рабочего обсуждения, деловой дискуссии и т. п.? Оно состоит в творческой атмосфере, которая создается и обеспечивается определенной подготовкой и правилами.

Прежде всего возникает вопрос об участниках. Конференция идей — это не опрос экспертов. Здесь «аутсайдеры» — посторонние, неспециалисты даже предпочтительнее. Даже желатель-

но привлекать людей, которые к собственно проблеме не имеют непосредственного отношения. Однако это должны быть люди, способные вдуматься в новую для них проблематику. Далее, при проведении подобных конференций важно устранить отношения подчиненности среди ее участников, чтобы гарантировать независимость предложений от мнения руководителя. Для принятия решений это означает, что лиц, заинтересованных в каком-нибудь определенном решении и способных оказать влияние на мнения других участников, ограничив таким образом свободу их решения, не следует приглашать к участию в конференции. Все должно способствовать тому, чтобы участники излагали свои мнения открыто и без принуждения. Круг участников должен охватывать не менее 4 и не более 12 человек.

Затем надо рассмотреть вопрос о помещении. Не рекомендуется проводить конференцию идей в служебном, административном помещении, комната должна быть приветливой, изолированной и защищенной от помех. Круглый стол усиливает ощущение равноправия всех участников.

Мнения по поводу продолжительности конференции идей часто расходятся. Так, Гильде и Штарке [6] придерживаются взгляда, что в большинстве случаев достаточно 15 мин, а 30— слишком много. Но бывает и так, что участники конференции идей выезжают в какой-нибудь дом отдыха на весь уик-энд.

Хотя подготовку решения мы рассматриваем как дело очень важное, но считаем, что не стоит утрачивать чувство меры, а потому советуем для начала обойтись небольшими затратами и на-

браться опыта. В случае необходимости продолжительность конференции можно увеличить.

Наиболее интересны в этой методике правила проведения конференции. Их можно обобщить в следующем виде:
отрицательная критика запрещается;
поощрительная критика поддерживается, она даже желательна;
наличие фантазии обязательно.

Высказанные идеи (в случае проблем поиска решения — это возможные варианты решений) фиксируются без оглядки на их реализуемость. Оценка, отбор производятся позже — после конференции идей. В ходе конференции собирается фактически все — все мысли, все идеи, все предложения. Как только кто-нибудь позволяет себе дать идее другого участника низкую оценку, отклонить или высмеять ее, творческая атмосфера в этом кругу тут же нарушается. Генерация идей прекращается. Метод больше «не работает».

В заключение следует поднять вопрос о постановке задач. Длинная, сухая и скучная формулировка на конференциях идей неприменима, она с трудом запоминается и затрудняет целенаправленное мышление. Лучше всего выразить задачу в виде краткого, точного вопроса, охватывающего ее ядро. В случае поиска решений эти вопросы могут начинаться следующим образом:
«Какие возможности есть для ...»
«Как надо себя вести, если ...»
«Что можно сделать, чтобы ...»

Применительно к рассмотренным ранее примерам это будут вопросы: «Какие возможности есть для празднования встречи Нового года?», «Как надо поступать, чтобы разгрузить вагон со смерзшимся каменным углем?», «Что можно сделать, чтобы ликвидировать полевых мышей на садово-огородном участке?»

Тот, кто уже принимал участие в конференциях идей, знает, как эффективен этот метод, если только правильно подготовить и организовать работу. При этом обнаруживается, сколь велик интеллектуальный потенциал, заключенный в коллективном мышлении, если оно позитивно и сконцентрировано на решении одной проблемы. Когда наблюдаешь, как при этом обилен поток возникающих идей, как ключом бьют мысли, пополняются, стимулируют и обогащают одна другую, невольно задаешься вопросом: почему этот метод не был разработан гораздо раньше?

Организаторы международной научной конференции в Центральном институте сварочной техники в г. Галле (на р. Заале) (ЦИС) проводили подготовительное заседание, в процессе которого добрались до пункта: «Культурная программа». Были высказаны первые случайные предложения: посещение театра, речная прогулка на теплоходе, выезд в Гарц, экскурсия по городу. После чего кто-то сказал: «Все это хорошо, но подобные меропр-

риятия неизменно завершают любую научную конференцию. Хотелось бы придумать нечто необычное, что надолго останется в памяти каждого участника». Решили созвать по этому поводу конференцию идей. Тема была сформулирована следующим образом: «Как бы вы организовали культурную программу международной конференции?» В результате вместо четырех скромных предложений появилось 25 идей, в том числе несколько совершенно неожиданных. Естественно, вместе с «зернами» в этом списке содержалось и много «плевел». Однако организаторы конференции теперь располагали несравненно бóльшим запасом предложений, и вероятность оптимального решения — превратить культурную программу в запоминающееся событие — значительно возросла.

Интересной разновидностью конференции идей является и так называемая моноконференция — сознательное обсуждение проблемы с самим собой. Поставленный вопрос — его и в этом случае надо формулировать кратко и точно — лучше записать и положить запись перед собой на столе. Затем следует дать своей фантазии полную свободу и искать ответы на этот вопрос. Правда, здесь возникает опасность быстро угодить в определенную колею привычной мысли и не выбраться из нее. В таком случае мы должны потребовать от себя поиска совершенно новых аспектов проблемы и таким образом выбрать новое направление мысли. При некоторой тренировке можно научиться управлять направлением собственных мыслей. И все же следует признать, что при этом эффективности конференции идей с несколькими участниками достичь не удается. По-видимому, не хватает взаимного стимулирования и, быть может, атмосферы соревнования. Однако, как говорит пословица: лучше синица в руках, чем журавль в небе. Так уж лучше испробовать этот метод, чем оказаться беспомощным и совсем неподготовленным, не знающим, что предпринять в ситуации, требующей принятия решения.

Кроме того, существуют также переходные ступени от моноконференций к настоящей конференции идей: конференции вдвоем, втроем! При решении семейных проблем устройте конференцию идей со своей женой (мужем) и (или) с вашими детьми. Это важно не только для собственно решения проблемы, но и для развития чувства сплоченности перед трудностями. При решении какой-нибудь служебной задачи, в которую вы бы не хотели посвятить широкий круг сотрудников, пригласите одного или двух своих коллег на конференцию-«дуэт» или конференцию-«трио». Даже при таком минимальном числе участников полезно соблюдать описанные выше правила организации и проведения конференции идей, в противном случае она выродится в дискуссию о достоинствах и недостатках (о всех «за» и «против») одной-единственной возможности решения (а новые *оригинальные* реше-

ния, для поиска которых и предпринимались усилия, погибнут). После конференции идей надо провести дискуссию, посвященную оценке и последствиям отдельных решений.

4.2.5. Вопрос «по секрету»

Часто встречающаяся практика подготовки решения состоит в опрашивании людей, либо считающихся специалистами в данном вопросе, либо уже встречавшихся с подобными решениями, то есть в опрашивании экспертов или людей опытных. В случае развода за советом обращаются к адвокату, по вопросам воспитания, требующим какого-то решения, обращаются к педагогам или к родственникам и знакомым, которым приходилось переживать аналогичные ситуации. Разумеется, от такого образа действий нельзя, да и не стоит отговаривать. Во многих случаях, например, обращаясь в юридическую консультацию, мы должны получить совет специалиста, ибо в противном случае для получения информации о возможных решениях нам потребуются бо́льшие усилия, либо мы вообще ничего не сможем о них узнать.

Однако здесь имеется свое «но», особенно в случае советов по личным делам: советчик, естественно, рассматривает случай «со своей колокольни», то есть высказывается более или менее субъективно. Во-первых, он почти всегда настроен на то, как бы прийти к некоторому решению, в то время как нас прежде всего интересует информация о том, какие решения вообще *возможны* в данном случае и каковы их последствия. Он пытается, часто с самыми добрыми намерениями и сам того не желая (недаром пословица гласит: «Дорога в ад вымощена благими намерениями»), предвосхитить ваше решение. Аналогичные сомнения возникают также и при обращении к специалистам. Учтите, что на их ответы влияют деловые интересы, соображения престижа или — самое безобидное — привычка, так что несмотря на всю их профессиональную осведомленность в итоге вы намеренно или ненамеренно, но не получите от них объективных предложений о возможных решениях или не будете объективно информированы о последствиях этих решений. Известной объективности можно добиться, если опросить несколько человек независимо друг от друга.

Как уже было сказано, во многих ситуациях, требующих решения, вы вынуждены обращаться за информацией к другим людям и не обойдетесь без соответствующих вопросов (и ответов). Конечно, можно найти множество примеров, когда этот путь оказывается единственно верным, когда бесконечные собственные раздумья были бы бесполезны. Изречение «Человек сам себе лучший советчик», естественно, имеет свои границы и в интересу-

ющей нас области подготовки решений. Однако с другой стороны, можно привести много примеров, когда люди ищут решения, находясь под влиянием ложных рекомендаций, ошибочных советов, в условиях недостаточной информации, особенно когда ими искусно манипулируют или вовсе хитроумно и бессовестно обманывают. Это тоже надо иметь в виду.

5. ПОСЛЕДСТВИЯ РЕШЕНИЙ

Человек не может, подобно компьютеру, бесстрастно принимать решения, рассматривать варианты, отбросив мысль об ожидаемых последствиях, особенно в том случае, когда они видны «с первого взгляда».

Впрочем, обратясь к последствиям, мы сделали очередной логический шаг в процессе принятия решений, изображенном на рис. 3. Задача подготовки решения и состоит в оценке возможных вариантов с точки зрения их последствий. Это позволяет охватить всю обширную область нашей проблематики, чтобы решение было оптимальным.

Итак, в этой главе речь пойдет о следующем:
«Что произойдет, если я решу так или иначе?»
«На что я должен рассчитывать, если ...?»
«Чем я рискую, если ...?»

Нередко от лени или по легкомыслию мы совершаем ошибку, не давая себе труда достаточно глубоко исследовать подобные вопросы. А потом мы поражаемся «непредвиденным» последствиям. Они действительно могут быть непредвиденными! Однако как часто мы пожинаем плоды собственной небрежности, неумения или нежелания обдумать сложившуюся ситуацию! Можно предвидеть гораздо больше, чем обычно полагают. С другой стороны, конечно, надо наметить разумные границы и при обдумывании возможных последствий наших решений не забираться в бесконечные дебри. Важно найти «золотую середину» (впрочем, нередко это и есть избираемый вариант решения, ниже мы еще вернемся к нему), при выборе которой мы добросовестно стремимся исследовать последствия каждого возможного решения, но прерываем анализ, если можем пренебречь последствиями.

Для ответа на вопрос о последствиях решения мы используем способность «предвидения», которой можно, вообще говоря, научиться. Во многих случаях ответы найти совсем не трудно, они приходят сами.

Садовод-любитель потому вынужден заниматься мышами на своем участке, что он этот участок запустил и как следствие создал себе огромную работу, которую теперь вынужден проделать, чтобы снова привести его в порядок. Кроме того, он еще теряет значительную часть своего урожая и, поскольку состоит в садоводческом кооперативе, неизбежно вступает в конфликт с соседями и правлением.

Если бы смерзшийся уголь решили разгружать только вручную, ломом и лопатой, появились бы излишние затраты рабочей силы и как следствие — потеря времени (а также и денег).

Начальник отдела кадров, который намерен заместить вакантное место главного энергетика завода сотрудником своего же завода, конечно, понимает, что в результате такого решения ему придется заниматься еще одним кадровым вопросом — замещением освободившегося места. Таким образом, у него как последствие возникает новая проблема, в свою очередь требующая решения. Этот процесс может развиваться подобно цепной реакции.

Или еще пример. На машиностроительном заводе был изготовлен станок, предназначенный для отправки в одну из развивающихся стран. О том, в какой цвет его окрасить, никто даже и не подумал, так как все изделия завода окрашивались в зеленый цвет. Естественно, и экспортный станок был покрашен зеленой краской. А последствия? Заказчик отказался от зеленого станка. Дело в том, что в его стране зеленый цвет считается траурным. Вот последствие решения, о котором никто прежде не задумался.

Пример с окраской станка показывает, что порой последствия решений не лежат на поверхности. Иногда они распространяются дальше, чем мы думаем, и проявляются так, что в нормальных условиях этого вообще невозможно предположить.

Возникает вопрос: есть ли средство, помогающее уяснить последствия решений более точно и основательно, чем при поверхностном рассмотрении? Можно ответить с полной определенностью: да. И на этой фазе подготовки решения мы можем и должны поступать, следуя определенной системе, можем и должны достигать такой степени и полноты картины, которые позволят со спокойной совестью переходить к следующему этапу.

5.1. ДРУГ МОЙ ЗЕРКАЛЬЦЕ, СКАЖИ!

Самое простое — обзавестись «волшебным зеркальцем», которое поможет все увидеть и ничего не упустить. Если это вам не удастся, а от принятия решений никуда не денешься, придется воспользоваться проблемно-ориентированными «зеркальцами»

собственного мышления, направляя их на принципиально разные ситуации. В общей форме такого рода «зеркальца» мало эффективны. Ниже перечислены вопросы, которые помогут в составлении такого «зеркальца» (они даны с «запасом»).

1. Что я выиграю при некотором варианте решения?
   а) деньги,
   б) время,
   в) уверенность,
   г) удовольствие
   и т. д.
2. Что я потеряю при таком решении?
   а) деньги,
   б) время
   и т. д. (см. вопрос 1).
3. Какие новые задачи встанут передо мной?
4. Какие обязанности у меня появятся?
5. Какая новая ситуация для меня возникнет?
6. Каких побочных действий я должен ожидать?
   а) положительных,
   б) отрицательных.
7. Принесу ли я пользу обществу или другим людям?
8. Принесу ли я вред обществу или другим людям?
9. Возникнут ли в результате моего решения новые проблемы?
10. Потребуются ли новые решения?

Эти вопросы призваны показать, что при обдумывании последствий решения можно сознательно направлять свои мысли в различном направлении. В первых двух вопросах о выигрыше или о потерях (для других вопросов это не так очевидно) важно сформулировать ответы также и количественно. Вот пример из печати. Если в народном хозяйстве ГДР сэкономить 1 % стального проката, его хватило бы на 50 000 холодильников, 20 000 стиральных машин, 20 000 мотоциклов, 47 000 легковых или 10 000 грузовых автомашин (данные 1977 г.). Следовательно, каждый инженер или новатор производства, сэкономив на своем рабочем месте 1 % стального проката, вносит важный вклад в решение основной народнохозяйственной задачи. Это будет работа на пользу всего общества (рис. 13).

Следующий пример. В директивах IX съезда СЕПГ была поставлена задача повысить степень использования вторичного сырья и отходов производства с 24 % в 1975 г. до 30 % в 1980 г. Это постановление (это решение) было принято для повышения экономии таких сырьевых материалов, как сталь, цветные металлы, древесина, бумага, которые дорожают во всем мире. Возврат использованных материалов служит повышению надежности сырьевой базы ГДР. Ведь 75 % потребностей сталелитейной промышленности страны покрываются за счет использования лома и других отходов и около 40 % производства бумаги — за

Рис. 13. Пример количественной оценки решения об экономии стального проката на 1 % в народном хозяйстве ГДР (в млн. марок).

счет макулатуры. В абсолютных цифрах это выглядит следующим образом. В 1975 г. возвращено 16 млн. т вторичного сырья, в 1980 г. — 20 млн. т, то есть на 4 млн. т больше. (Для большей наглядности поясним: 1 т лома достаточно для изготовления 20 стиральных машин; 2 т лома соответствуют металлоемкости 1 грузовика.) При этом последствия решений можно разделить на два вида: во-первых, прямой выигрыш (обеспечение сырьевого запаса, экономия сырья); во-вторых — задание: увеличить емкость существующих пунктов по приемке вторичного сырья и построить новые, а также обеспечить переработку отходов.

Необходимо принимать в расчет (учитывать количественно!) серьезные последствия различного рода аварий и их воздействие на работу промышленности, а также риск, связанный с ними при некоторых решениях. В этой связи вспоминается ущерб, нанесенный народному хозяйству ГДР непогодой летом 1977 г. В газетах того времени можно было прочесть: «Общий перерыв в подаче электроэнергии на одном химическом заводе привел к снижению выработки на сумму 100 тыс. марок... Предприятие по производству угольных брикетов недодало потребителю 329 т брикетов... В горнорудной промышленности было недовыполнено вскрышных работ в объеме 21 тыс. м ^{3}...» Конечно, погода неподвластна влиянию наших решений, однако может случиться, что потребуются прикидки для оценки риска при кратковременном снижении выработки продукции, например при необходимости проведения большого объема восстановительных работ *.

* В связи с тем, что проблемы такого рода обостряются, возникла потребность в соответствующем аппарате для их решения (см., например: Хозяйственный риск и методы его измерения. — М.: Экономика, 1979).— *Прим. ред.*

Как показывают эти примеры, количественная оценка последствий решения в зависимости от решаемой задачи сводится к подсчету экономического эффекта, к сравнению рентабельности или вообще к получению величин, оценивающих состояние показателей, сравнительных данных и т. д. Эти подсчеты не представляют никаких принципиальных трудностей, если имеются исходные данные и известен метод расчета.

Однако мы довольно часто блуждаем в потемках. Каким образом, скажем, оценить выигрыш и потери при покупке автомобиля, при выборе специальности, при заключении договора о страховании жизни, при выборе варианта поездки на отдых, при согласии на определенное лечение, при одобрении абсолютно новой научно-исследовательской работы и т. д..?

Есть много проблем, подлежащих решению, для которых вообще нельзя или очень трудно численно выразить последствия конкретных единичных решений. Так бывает либо от недостатка информации, либо по принципиальным причинам. Прямой путь к количественной оценке последствий принимаемых решений — это грубая числовая прикидка, которая, хотя и не дает точных результатов, но может служить для выработки начальных ориентиров *.

Принимая решение о покупке автомобиля, например, невозможно точно сопоставить все полезные моменты с соответствующими затратами. Можно лишь оценить, сколько километров в день или в год вы будете проезжать, как часто потребуется ремонт, сколько времени и денег можно сэкономить, если поехать в отпуск на машине, а не на поезде и т. п. Тем не менее с помощью таких не очень точных прикидок можно подвести баланс. (То, что в большинстве случаев при приобретении автомобиля чашу весов в ту или иную сторону склоняет не экономический расчет, общеизвестно. Выгода здесь — не единственный критерий!) Речь идет о том, чтобы рассматривать последствия наших решений в более широком контексте, установить, коррелируются ли они (находятся ли в связи) или противоречат тенденциям развития. Итак, мы должны вступить в область прогнозирования.

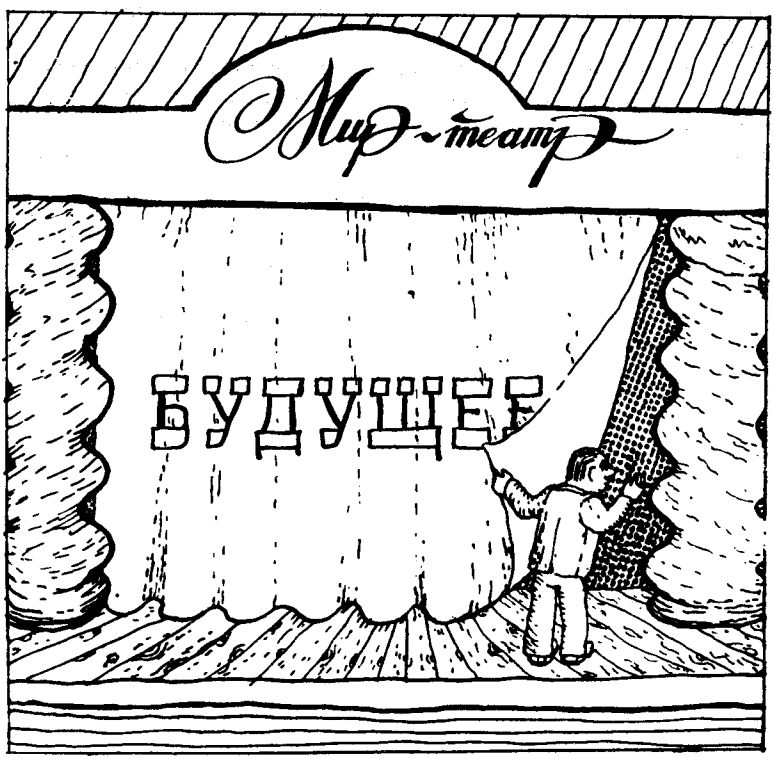
---

* В последнее время получили развитие количественные методы исследования объектов нечисловой природы (см., например: Анализ нечисловой информации в социологических исследованиях.— М.: Наука, 1985). Уже существуют методы типа «функций желательности», позволяющие переводить в числовую форму любые нечисловые характеристики (см.: Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.— М.: Наука, 1976; Абчук В., Пухначев Ю. Для измерения нужна шкала.— Наука и жизнь, 1984, № 9, с. 80—85).— *Прим. ред.*

5.2. НЕМНОГО О ПРОГНОЗИРОВАНИИ

Выяснить последствия наших решений означает по сути заглянуть в будущее. Прогнозами в области науки, экономики, общественной жизни занимаются специалисты во всех странах [7]. И дело здесь не столько в том, чтобы удовлетворить чье-то любопытство, сколько в том, чтобы помочь принятию сегодняшних решений.

Многие решения руководящих хозяйственных работников, идет ли речь о будущем развитии предприятий или отраслей народного хозяйства, о целях исследовательской и изобретательской работы или о планировании крупных капиталовложений, могут быть верными только в том случае, когда есть уверенность в том, что мероприятия, проведенные для реализации принятых решений, будут служить прогрессу, будут действовать в направлении прогнозированного будущего. Это могут быть как ускорение желательных тенденций (например, экономическая поддержка развивающихся стран, занятых строительством прогрессивного общественного строя), так и замедление (тормо-



жение) нежелательных процессов (например, упорное сопротивление империалистических держав многочисленным советским предложениям, направленным на ограничение гонки вооружений). В обоих случаях прогрессивные силы руководствуются представлением о будущем, достойном того, чтобы за него бороться, будущем, которое соответствует данным общественного развития и отвечает интересам всего человечества.

Методы прогнозирования можно разделить на две группы [8]: математическая оценка тенденций и экспертное прогнозирование.

5.2.1. Формулы для будущего

Принцип *математической оценки тенденций* заключается в математическом описании закономерности некоторого процесса, наблюдаемого в прошлом, так, чтобы параметр времени t входил как переменная. Тогда, если переменной t придавать значения, выходящие за пределы настоящего и уходящие в будущее, то с помощью такой модели (уравнения) можно распространить (экстраполировать) наблюдавшуюся в прошлом закономерность развития на будущее. Простейший случай — линейный процесс, когда прогнозируемая величина возрастает пропорционально времени (рис. 14, средняя линия). С помощью такого рода графиков или формул мы можем, например, найти товарную продукцию, получаемую на определенном станке постоянной мощности с течением времени; расстояние, которое пройдет машина, движущаяся с постоянной скоростью, или количество электроэнергии, вырабатываемой генератором в зависимости от времени работы. Так, внедрив сварочный автомат, можно существенно увеличить среднюю производительность сварщика по сравнению с ручной (неавтоматической) сваркой (скорость ручной сварки примерно 40 см/мин). Автоматическая сварка особенно заметно

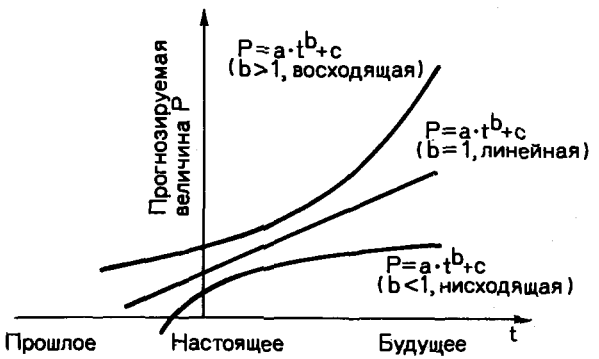


Рис. 14. Характер протекания процессов.

экономит время на швах очень большой длины, например в судостроении. В случае автоматической сварки прямая производительности идет гораздо круче, чем при ручной.

Однако многие процессы имеют не простой характер, геометрически описываемый прямой линией, а выражаются кривыми, которые по сравнению с возрастающей прямой могут быть выгнуты вниз (восходящие кривые) или вверх (нисходящие кривые). Обе зависимости представимы в виде степенной функции, причем в первом случае показатель степени будет больше 1, а во втором — меньше (см. рис. 14).

Аналогичные кривые получаются и для экспоненциальных функций, у которых временной параметр t входит в показатель экспоненты. Последнее прежде всего относится к процессам роста с постоянной скоростью, то есть когда прирост все время пропорционален текущему значению.

Примерами ускоренного возрастания служат скорость свободно падающего тела (степенная функция), доход на капитал по сложным процентам (экспоненциальная функция), рост производства продукции при постоянстве роста производительности труда (экспоненциальная функция). Много важных процессов, происходящих в природе и обществе, подчиняются именно таким закономерностям. Прирост населения земного шара, потребление электроэнергии во всем мире (удваивается каждые 10 лет!), рост популяции бактерий, сокращение сроков внедрения в производство технических изобретений или новых технологических принципов и многое другое. Такие «нелинейные» процессы очень трудно оценить без помощи математики. Именно здесь хорошую службу могут сослужить математические оценки тенденций, которые без особого труда возлагаются на вычислительные машины. Из таких положений вытекают основополагающие решения. Чтобы обеспечить запланированное партией и правительством развитие народного хозяйства с ежегодным темпом прироста около 5 % (из этого вытекает ускоренный рост по экспоненциальному закону), вовсе не обязательно увеличивать число занятых в производстве людей. Количество рабочей силы в ГДР в ближайшие годы не увеличится, а если и увеличится, то совсем незначительно. Это означает, что кривая развития народного хозяйства и кривая числа занятых на производстве будут расходиться; причем их расхождение, как показано на рис. 15, будет возрастать. Другими словами, для достижения поставленных целей надо работать более производительно. Отсюда выводы, которые все мы хорошо знаем: рационализация, интенсификация, автоматизация, научно-технический прогресс, новаторство и т. д.— все это представляет собой решения, на положительные последствия которых опирается планирование, основывается расчет.

Здесь следует указать на еще один особый тип кривой роста,

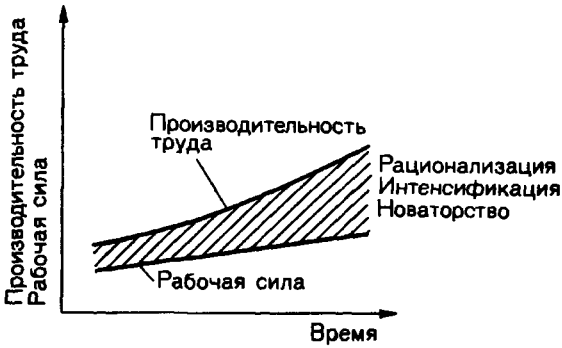


Рис. 15. Решения на основании тенденций.

приведенной на рис. 16. Эта функция описывает вначале медленный, затем бурный и, наконец, все более замедляющийся рост некоторой величины. Такие кривые типичны для сбыта новых, пользующихся повышенным спросом изделий *.

Для руководителя исследований и разработок чрезвычайно важно знать, на каком участке такой кривой с насыщением он находится в данный момент, когда надо закончить новые разработки, чтобы в производстве не возникало застоя, или как будет меняться во времени потребность в новых изделиях. Для математического описания характера этой кривой подходят несколько функциональных зависимостей. Наиболее известная формула — логистическая функция (см. рис. 16).

Если последствия решений оцениваются с помощью такого рода математической экстраполяции, важно понимать, что ре-

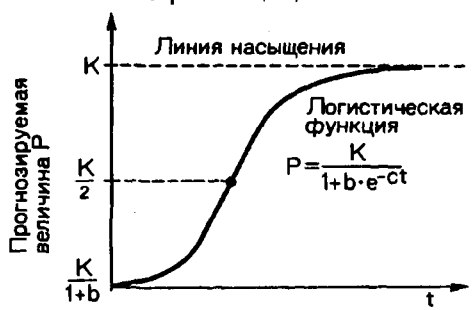


Рис. 16. Кривая роста.

* Эти кривые получили название логистических и впервые были введены для биологических задач. Американский физик Д. Прайс применил их к анализу развития науки. Теперь они находят широкое применение во многих областях. (см., например: Налимов В. В., Мульченко З. М. Наукометрия.— М.: Наука, 1979).— *Прим. ред.*

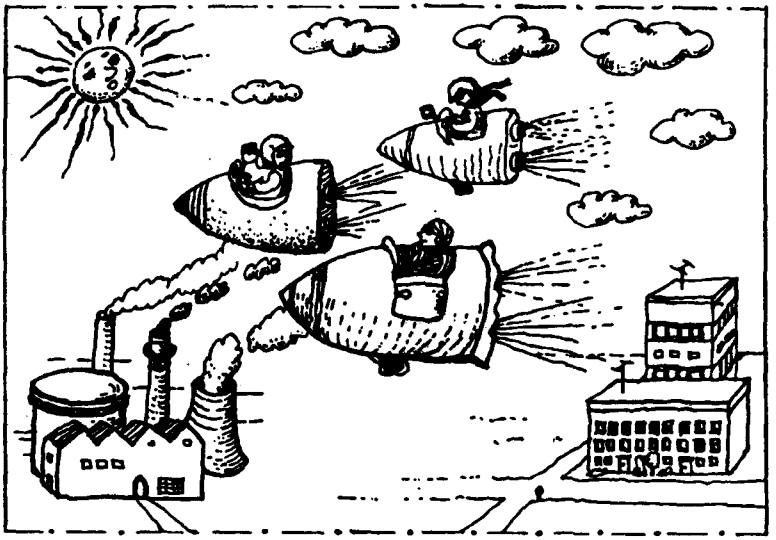
зультаты будут справедливы лишь до тех пор, пока закономерности развития прогнозируемого процесса, имевшие место в прошлом, сохранятся и на будущее, то есть если этот процесс и в будущем можно описать той же самой математической зависимостью. Если же в будущем в поведении этих процессов появляются скачки, непредвиденные повороты и изменения, то это сразу же скажется на результатах прогноза. Станок, работающий с постоянной производительностью, только в том случае можно использовать в качестве основы для определения объема производства, если он работает без аварий. Каждый неучтенный перерыв в его работе ухудшит точность расчета. Катастрофическое землетрясение может внести расстройство в экономическое планирование целого государства.

Вот положительный пример. Открытие новых фундаментальных технических решений может привести к более высокому темпу технического прогресса, если все расчеты оправдываются. В этом можно убедиться, например, рассматривая область электронной обработки данных или микроэлектроники. История техники учит нас, что сегодня осуществлены многие фантастические проекты прежних столетий или десятилетий. Удивительно, что они воплощаются в жизнь гораздо быстрее, чем осмеливались мечтать в те времена. Отсюда появилось выражение «реальность обгоняет фантазию», что, конечно, справедливо далеко не всегда. Тем не менее это обстоятельство устанавливает естественную границу при всех основательных расчетах тенденций. Отсюда также следует, что для долгосрочных прогнозов надо применять иные методы.

5.2.2. Заглянем в будущее

Применяя метод *экспертного прогнозирования*, совершенно сознательно исходят из предположения (молчаливого), что в будущем процессы в основном протекают таким же образом, как и до сих пор. Сознательно учитывают возможности скачков в процессах развития. Наиболее известен метод Дельфи. Его название происходит от знаменитого с античных времен Дельфийского оракула, который якобы отвечал на вопросы о будущем. (Царь Лидии Крёз, например, хотел знать, будет ли успешным его поход против персов. Ответ оракула гласил, что Крёз разрушит большое царство. Крёз исполнился уверенностью в победе, упустив из виду двусмысленность в речи оракула. Война окончилась разгромом— Крёз разрушил собственное царство.)

Метод Дельфи — это метод опроса. Собрание специалистов по прогнозированию формулирует вопрос, относящийся к будущему. Этот вопрос в письменном виде предлагается нескольким



экспертам в данной области. Например, как, по их мнению, будут добираться на работу в 2000 г. Просят сообщить также в письменном виде ответы на этот вопрос (со всемн дополнительными вопросами) и транспортников. Собранные ответы обобщаются и сводятся в наглядную сопоставимую таблицу. Благодаря этому основной результат первого тура опроса можно уяснить без затруднений. Обзор возвращается экспертам. Таким образом они узнают, что́ по этому вопросу предложили другие специалисты (с какой частотой, какие тенденции), как выявить среднее мнение и сколь велик разброс мнений. Фамилии экспертов известны только руководству. Остальные участники их не знают. Сравнение собственного мнения с результатом первого тура может быть различным. Собственная точка зрения эксперта может как совпадать с точкой зрения большинства, так и более или менее отклоняться от нее. Это, естественно, побуждает к дальнейшим исследованиям. Руководство сразу же и предлагает провести такие исследования. Ставятся вопросы, которые требуют обдумывания полученных результатов. Например, считает ли данный эксперт приведенную в отчете о первом туре точку зрения неспециалиста в этой области бесперспективной или (если она выдвинута им самим) он намерен и далее поддерживать ее (если да, то почему).

Желательно получить оценки, потребовать сравнений, запросить основания, сопоставить аргументы. Эксперт может скорректировать свою точку зрения или настаивать на первоначальном мнении. Такого рода игра в вопросы и ответы продолжается еще

несколько туров. Все промежуточные результаты вновь сопоставляются и заново осмысливаются, а потом снова рассылаются экспертам. При этом наступает логически вполне объяснимый и тем не менее поразительный эффект: мнения, которые вначале очень сильно различались, начинают постепенно сближаться. Полностью единой картины, конечно, не получается — ожидать полного совпадения было бы уж слишком, в конце концов, речь ведь идет о будущем, которого никому не дано знать точно.

Однако — и в этом состоит цель всего мероприятия — таким образом может быть получен прогноз, обладающий гораздо более высокой степенью надежности, чем высказывание одного-единственного человека, так как, во-первых, оно основано на мнении коллектива и, во-вторых, несколько раз последовательно уточнялось и подкреплялось.

Метод исходит из предположения, что участники (эксперты) располагают соответствующими специальными познаниями и заинтересованно относятся ко всей процедуре. От них требуется еще такое сугубо человеческое качество, как мужество, чтобы изменить или скорректировать свое мнение даже в том случае, если эксперт — признанный специалист в данной области (редкое качество).

Другой метод мысленного проникновения в будущее заключается в составлении *сценария*. Понятие это заимствовано из техники создания кинофильмов. Сценарий в достаточно детализированном виде передает содержание будущего фильма.

При прогнозировании сценарий можно писать, либо не выходя из кабинета, либо наблюдая спектакль с распределенными ролями. Можно использовать и оба способа одновременно.

В первом случае просто осуществляется попытка (лучше всего в коллективе) прокрутить перед мысленным взором «фильм» о том, что бы мы хотели узнать о будущем! Вернемся снова к вопросу: как будут добираться на работу в 2000 г. Чтобы попытаться ответить, рисуют перед собой (и при этом записывают) картины того, как могут в отдаленном будущем выглядеть транспортные сцеики. При этом не стоит слишком сужать круг рассматриваемых вопросов. Можно попытаться представить себе, как будут выглядеть личные транспортные средства, как в те времена будут жить люди, как они будут одеты, как будет проходить их повседневная работа, как будет распределяться и как использоваться их свободное время, как будут выполняться различные поручения, как будут выглядеть производственные предприятия, где они будут находиться и т. д. Словом, некоторую специальную сравнительно узкую решаемую проблему надо представить в достаточно широких взаимосвязях с тем, чтобы она приобрела пластичность, даже кинематографическую образность. Зафиксированные таким образом представления позволяют разработать

метод получения гораздо более «трезвых» прогнозов рассматриваемой проблемы.

Если же этот сценарий еще и разыгрывается (проигрывается) или, напротив, сам создается на основании игры, то достоинства его возрастают. Собственные действия побуждают к более глубокому мысленному проникновению в проблему и вскрывают слабые места или пробелы в наших умственных построениях. Просто мы еще на один шаг приближаемся к действительности.

«Мышление по сценарию» можно с успехом тренировать. Специалисты в области исследования творческой деятельности (они занимаются активизацией творческого мышления) придумали различного рода задания, стимулирующие мышление [9].

Группа, разрабатывающая задания для этой цели, должна научить выведению следствий из предложенных фактов. Допустим, от вас требуют: представьте себе, какой переворот принесут с собой такие-то изобретения, составьте список этих изобретений со всеми их следствиями. Обдумайте, соответственно, 10 важных следствий! Ну, скажем, вам предлагаются следующие изобретения:

а) лекарство, приостанавливающее процесс старения;

б) все высказывания каждого человека будут храниться в памяти ЭВМ и станут общедоступными;

в) разработаны методы, позволяющие в заданное время изучать вдвое больше учебной информации.

Задания, которые должны стимулировать фантазию и логическое мышление, могут выглядеть следующим образом: назовите не менее семи действий, которые вы *не можете* осуществить а) в хорошей компании, б) в самолете, в) в театре, г) в ванной комнате, д) на Северном полюсе, е) в телефонной будке и т. д.

Популярное упражнение состоит в предложении перечислить противоположные по назначению предметы. Нам, конечно, сразу же приходит в голову — раскрыть такие последствия решений, о которых, как правило, и не думают, последствия, сокрытые от трезвой деловой мысли. Тренировочные задания такого рода звучат: подумайте, для какой еще цели могут применяться перечисленные ниже предметы. Назовите 10 возможностей.

а) Книгу можно также использовать для (имеется в виду кроме чтения)...

б) Карандаш можно также использовать для (кроме письма)...

в) Полотенце можно также использовать для ...

г) Стул можно также использовать для ...

д) Ключ можно также использовать для ... и т. д.

Такие задания из области исследования творческой деятельности могут оказать хорошую помощь при подготовке решений.

Они требуют воображения и готовности находить новые направления мысли. Кроме того, такие упражнения очень занимательны, особенно если проводятся в группе.

Вырабатываемая так способность поставить себя на место другого человека в необжитую, незнакомую ситуацию может нам пригодиться и при решениях повседневных задач. (Как часто можно было избежать ошибочных решений, если бы мы могли хоть отдаленно представить себе их последствия!) Например, хорошая секретарь также должна обладать такой способностью. Она должна уметь перевоплощаться: поставить себя на место своего начальника, вжиться в возникшую ситуацию, чтобы правильно оценить свои решения. Ниже представлены две ситуации, в которых надлежит принять решение секретарю и соответственно три различных ее реакции [10]. Как вы видите, должность секретаря требует деликатности.

---

1. На столе у секретаря звонит телефон. Вызов ошибочный. Не просят ни ее, ни ее начальника. Как она должна реагировать? Какие следует ожидать реакции вызывающего (последствия ее решения)?

Реакция секретаря	*Реакция звонящего*
а) Она объясняет звонящему, что не может сообщить необходимые сведения и соединяет его с нужным сотрудником	Корреспондент будет ей признателен за то, что его быстро соединили с человеком, который может его компетентно и с достаточной полнотой проинформировать
б) Она просит звонящего подождать у аппарата и бежит через все здание, чтобы получить нужную ему информацию	Вызывающий будет раздражен, поскольку он должен бессмысленно прождать длительное время у телефона, чтобы в конце концов

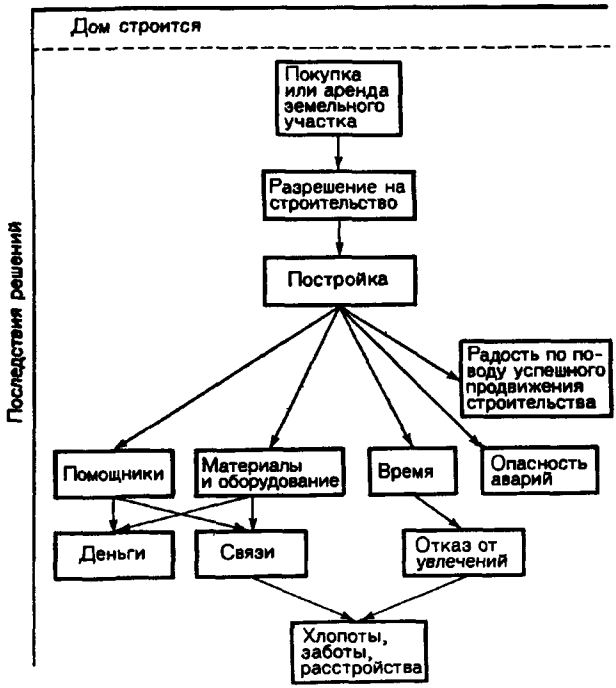


Рис. 17. Последствия решения

в) Она возвращает вызывающего по телефону к коммутатору, так как сама не может быть ему полезной

узнать, что информация, которую ему здесь сообщили, недостаточна Вызывающий и на этот раз будет раздражен, так как только потерял время

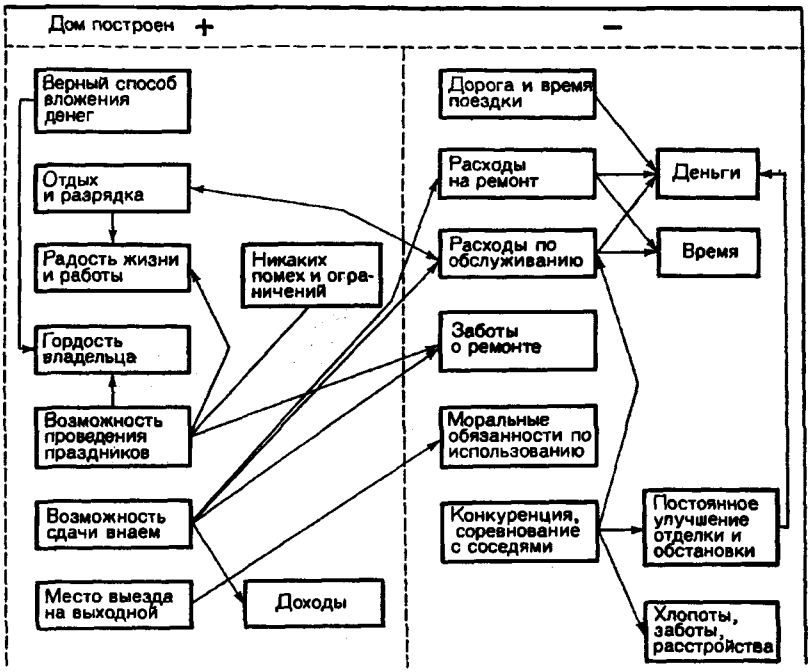
---

2. Звонит супруга начальнпка, о которой секретарь знает, что она любит довольно долго болтать по телефону. Дама хочет поговорить со своим мужем как раз в то время, когда его ни в коем случае не следует беспокоить. Как при этом выглядят возможные решения секретаря и каковы их последствия?

Реакция секретаря — *Реакция жены начальника*

а) Она объясняет по телефону: «У меня имеются инструкции, и даже для вас я не могу сделать исключения!» — Жена скорее рассердится, чем отнесется с пониманием к такому сухому и резкому ответу

б) Она отвечает: «Извините, но вашего мужа сейчас, к сожалению, нельзя беспокоить. Он ска- — Поскольку жене указано точное время нового разговора, она будет удовлетворена таким ответом



о строительстве дачи.

зал, что будет ждать вашего звонка в обеденное время»

в) Она соединяет жену со своим начальником

При таком решении недовольны обе стороны Начальник — поскольку его инструкции нарушены и ему помешали работать. Его жена — поскольку муж не может выслушать ее с необходимым вниманием

Систематическое обдумывание возможных последствий тех или иных решений во многих случаях может помочь уяснению не только отдельных последствий, но и сложной, запутанной цепи, которую эти последствия образуют. Одни последствия влекут за собой другие, влияют друг на друга, меняются местами. Мы должны попытаться выявить эти «структуры». Это удобно делать графически. Попробуем изобразить на бумаге соотношения между отдельными решениями. Получится так называемый «граф связей»— большее или меньшее число точек (соответст-

вующих единичным решениям), связанных между собой более или менее густой сетью связей (дуг).

На рис. 17 изображен пример такого графа.

Некто решил построить себе дачу — ему надо быть готовым ко множеству вытекающих из этого решения последствий. На рис. 17 представлено 31 последствие; и это, конечно, далеко не все возможное. Сначала записывают, что приходит в голову, затем запись грубо упорядочивают, проверяют наличие взаимных связей, случайных зависимостей или ищут, нет ли других, не рассмотренных ранее последствий. Если главная цель — поскорее получить место отдыха, то при этом не собираются сразу же сдавать дачу внаем, не размышляют и о связаных с этим положительных (получение денег) и отрицательных (уборка участка, ликвидация мусора, отходов, ремонт) вторичных последствиях. «Граф связей» облегчает эту работу.

5.3. ИСТОРИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РЕШЕНИЙ

Даже вполне добросовестные и ответственные люди могут ошибаться в отношении последствий принимаемых ими решений. Историческим примером служит решение Альберта Эйнштейна обратить внимание президента США Ф. Рузвельта на опасность, связанную с разработкой в Германии атомного оружия. В 1939 г. Эйнштейн написал президенту: «В течение последних четырех месяцев... стала вероятной возможность ядерной реакции в крупной массе урана, вследствие чего может быть освобождена значительная энергия... Это новое явление способно привести также к созданию... исключительно мощных бомб нового типа. ...Ввиду этого положения, не сочтете ли Вы желательным установление постоянного контакта между правительством и группой физиков, исследующих проблемы цепной реакции в Америке» [11]. Далее Эйнштейн предлагал «содействовать ускорению экспериментальных работ, ведущихся сейчас за счет внутренних средств университетских лабораторий». Позже он говорил: «Я полностью представлял себе, какую ужасную опасность для человечества означает это предприятие. Однако вероятность того, что немцы могут работать над той же проблемой и близки к успеху, побудила меня к такому шагу».

Две атомные бомбы, сброшенные американцами в 1945 г. на Хиросиму и Нагасаки, а также последовавшее за этим ядерное вооружение США глубоко потрясли Эйнштейна. Он упрекал себя, сожалея о том, что предал гуманистическое предназначение естествознания: «Если бы я знал, что работы немцев над атомным оружием далеки от успеха, я ничего бы не стал делать для бомбы» (1947 г.).

Эйнштейн действовал из лучших побуждений: предотвратить угрожающую опасность. На основании информации, которая была в его распоряжении, он сделал совершенно правильные выводы. Однако для «надежного» решения этой информации оказалось недостаточно.

Подобные случаи (надо надеяться, не со столь серьезными последствиями) встречаются и будут встречаться. Не каждая ситуация, в которой принимается решение, просматривается настолько ясно, чтобы исключить все «если» и «но». В жизни действуют не только закономерности, но и случайности. Именно это и обязывает учитывать последствия принимаемых решений систематически и с максимально возможной точностью. Уверенность в том, что сделано все возможное — единственное средство, позволяющее с достаточным самообладанием встретить последствия сомнительного решения.

6. КРИТЕРИИ РЕШЕНИЯ

Взгляните еще раз на рис. 3. На пути подготовки решения мы уже продвинулись довольно далеко и стоим перед необходимостью оценить разного рода возможные решения по их последствиям.

В гл. 4 мы собрали возможные решения, упорядочили их, систематизировали и расширили или, напротив, ограничили. Теперь перед нами стоит задача расположить их по степени значимости, чтобы затем отыскать оптимальное (наиболее целесообразное, наиболее экономичное, наиболее желательное) решение. В этом именно и состоит поставленная нами задача подготовки решения. Каждая оценка требует установления критериев. Оценку на основании ощущений мы отвергаем, поскольку они не могут явиться вескими основаниями для принятия решений. Ощущение — это нечто субъективное, подверженное разным влияниям и переменам и при различии мнений в качестве аргумента непригодно *. В общем от человека,

* Стоит ли столь резко отвергать субъективные критерии? Ведь в конце концов все вокруг нас вершат субъекты. Другое дело, что для целей принятия решений очень важно эти субъективные критерии формализовать, что принципиально вполне возможно, например, с использованием тех же «функций желательности».— *Прим. ред.*

сознающего свою ответственность, можно ожидать, что он в состоянии обосновать свое решение фактами и отстоять его в споре. А в такого рода дискуссиях в расчет принимаются только факты. Конечно, может случиться, что «ощущение» хотело бы решить что-нибудь скорее, чем «разум». Что же, постарайтесь обуздать свой темперамент и попытайтесь овладеть своими эмоциями. В зависимости от состояния дел для этого может потребоваться разумно обосновать порывы чувств или подавить их, уяснив объективные точки зрения.

Особый случай могут представить собой решения, касающиеся произведений искусства. Однако и в этой области ведутся работы по внедрению объективных категорий оценок. Изыскиваются пути оценки степени воздействия произведения искусства — каким бы индивидуальным оно ни было — на основе общепринятых и общепризнанных масштабов *.

Поэтому в качестве основного условия мы примем, что оценка возможностей принятия решения допустима только в том случае, когда известны используемые для этого критерии. Школьный учитель, который должен оценить успеваемость своих учеников, применяет критерии успеваемости (он проверяет, выполнены ли учеником требования учебного плана). Если при проверке контрольных работ ставятся оценки, для них нужен некоторый масштаб (например, набранное число очков). Необходимость критерия особенно видна в случае «брачного» компьютера (как, впрочем, и при всех других машинных решениях). Созданное искусственно техническое устройство — компьютер,— конечно же, не в состоянии испытывать какие-либо чувства, например симпатию или антипатию (влюбленный компьютер — до чего бы мы дошли!). Выбор подходящего партнера происходит здесь с ледяным бесчувствием исключительно на основании заданного критерия.

В дальнейшем нас будут интересовать два вопроса: как найти правильный критерий для принятия решения и каким образом, в рамках данного критерия, найти целесообразные масштабы для оценки тех или иных решений?

Начнем с первого вопроса.

На этом этапе подготовки решения важно предостеречь об опасности. Мы слишком быстро удовлетворяемся первой удачной мыслью, которая приходит на ум. Слишком быстро мы судим по тому, что с очевидностью бросается в глаза, и не даем себе труда продумать проблему до конца. Как часто люди приходили к ложным решениям потому, что позволяли ослепить себя приятной стороной какого-то предмета и не подумали (или не захотели

---

* См., например: Семиотика и искусствометрия.— М.: Мир, 1972; Моль А., Фукс В., Каслер М. Искусство и ЭВМ.— М.: Мир, 1975; Пидоу Д. Геометрия и искусство.— М.: Мир, 1979.— *Прим. ред.*

подумать) о его обратной, теневой, стороне. Как часто некоторых пытались подтолкнуть к определенному решению путем сознательного завышения одних критериев и принижения или полного замалчивания других! Конечно, не исключен и иной случай. поток возможных критериев захлестывает нас, угрожая утопить. Тогда переизбыток критериев надо разумно ограничить. Однако первая опасность встречается гораздо чаще. Как же лучше всего обойти эти препятствия?

6.1. ПРОИЗВОДНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЙ И ЦЕЛЕЙ РЕШЕНИЙ

Критерии решений очень тесно связаны с последствиями решений. Еще раз взгляните на рис. 17. Если вы попробуете сгруппировать последствия решений на основании небольшого числа принципов, если при этой попытке упорядочения вы одновременно их объедините и обобщите, то придете к критериям решений или к понятиям, из которых эти критерии легко вытекают. Отсюда становится ясно, что в основном речь идет:
о деньгах (расходы на строительство, обслуживание, ремонт; а также доходы);
о времени (затраты времени на строительство, обслуживание, ремонт, а также на организацию досуга);
о здоровье (возможности травматизма, а также оздоровительный эффект отдыха);
о связях с организациями или лицами, которые могут оказать помощь и поддержку (облегчают при наличии, затрудняют при отсутствии);
о возможностях использования (для собственного отдыха, проведения праздников), а также для сдачи внаем;
о сопутствующих психологических воздействиях (гнев, раздражение или радость).

Или вспомните наш пример с секретарем, которая должна правильно реагировать на телефонные звонки (см. стр. 87). Посмотрите на последствия ее решений — можно ли из них вывести критерии?

В первом случае (звонящий по телефону попал не по адресу) решения надо различать по таким критериям, как качество информации, экономия времени, отсутствие раздражения, досады.

Во втором случае (жена начальника звонит в неподходящее время) критериями будут соблюдение предписаний и инструкций, вежливость, отсутствие раздражения, досады.

Далее, подходящий критерий можно найти как производную от требований, предъявляемых к цели решения. При анализе исходной ситуации мы хотели разобраться с вопросом ЧТО —

какой цели служат решения и ПОЧЕМУ эта цель должна быть достигнута? Из ответов, которые там приведены, дедуктивно выводятся критерии. Если, например, надо решить, подходит ли тот или иной кандидат на должность главного энергетика завода, надо рассмотреть следующие требования: деловая квалификация, опыт работы, чувство ответственности, политическая сознательность, организаторские способности. Этот перечень можно расширить, учитывая особенности конкретного производства, например, за счет возраста, пола и места жительства кандидата.

При покупке автомобиля вы выводите часть критериев, исходя из самого́ приобретаемого объекта, например: вместимость, мощность двигателя, комфорт, обеспеченность запасными частями. (Чтобы отыскать самый важный субъективный критерий — «содержание кошелька», нет нужды в каких-либо методических указаниях!)

Читая газеты или журналы, мы постоянно встречаем примеры того, как на основе известных критериев принимаются решения. Так, ответ на запрос газеты (сравните с 3.2.1), как решает-

ся вопрос о первоочередности при распределении мест в яслях, содержит критерии, посредством которых решается проблема:

«В первую очередь места будут предоставлены тем семьям, в которых родители заняты на тяжелых производствах. Естественно, уделяется внимание также многодетным семьям, одиноким родителям (матерям- или отцам-одиночкам), а также учащимся матерям. Обращается внимание на то, чтобы дети по возможности были устроены поблизости либо от места жительства, либо от места работы родителей» [3].

Приведем еще один пример из области увлечений на досуге. На выставке пуделей в 1977 г в Галле в качестве определяющих применялись следующие критерии оценки собак: окрас, экстерьер, походка, прикус, косолапость. Если любитель пуделей не знаком с этими критериями, можно заранее сказать, что у его четвероногого друга мало шансов на победу. В соревнованиях такого рода знание критериев — необходимое условие успеха.

Для оценки технико-экономических или организационных решений, с которыми приходится встречаться в промышленности и экономике, применяются критерии полезности и критерии затрат, чтобы из сопоставления пользы и затрат суметь вывести решение.

В задачах другого рода, не связанных с вычислением выигрыша и потерь, например, при решении личных вопросов, при политических решениях, в гуманитарных проблемах или при решениях, касающихся увлечений — хобби, такого рода критерии, как показывают последние примеры, недостаточны.

Попытаемся обобщить эти рассуждения, представив их в виде некоторой схемы, которая годилась бы для возможно большего числа разновидностей задач, связанных с принятием решений. Главные критерии, приведенные в табл. 7, призваны стимулировать мысль, быть своеобразным справочным пособием, помогающим не упустить те или иные аспекты.

Таблица 7

Типы критериев принятия решений

Класс	Группа критериев	Основной критерий
Технические критерии	Пригодность	Свариваемость
	Надежность	Износостойкость
	Возможность автоматизации	. .
	Прочность	. .
	. . .	
	. . . .	

Продолжение табл. 7

Класс	Группа критериев	Основной критерий
Технико-экономические критерии	Мощность Производительность Временные затраты Инвестиции Эксплуатационные расходы Энергоемкость Основные фонды Оборотные фонды	Потребляемая мощность Установленная мощность (эл.) . . . .
Социологические критерии	Жизненный уровень Возможность повышения квалификации Государственная помощь Социальные условия труда	Чистый доход Помощь многодетным семьям «Климат» в трудовом коллективе . . . .
Психологические критерии	Навыки руководства Персональные особенностн Поведение в коллективе	Готовность к риску Порядочность Настойчивость при внедрении нового . . . .
Эстетические критерии	Привлекательиость Узнаваемость Целесообразность Действенность рекламы . . .	Дизайн формы Цвет изделия . . . .
Социальные критерин	Юридические нормы Человеческий фактор Политические последствия	Секретность Отношение к человеческому достоинству Защита мира . . . .

При составлении списка критериев часто ограничиваются одним-двумя классами таких критериев. При оценке технических приборов или установок в большинстве случаев сначала взвешивают технические и экономические критерии, а над эстетичес-

кими критериями задумываются значительно позже или не учитывают их вовсе. Оценивая предлагаемую работу, часто забывают психологические и социологические аспекты. Как уже говорилось, разнообразие проблем, связанных с принятием решения, столь велико, что наша схема может рассматриваться лишь как стимул для дальнейших исследований, но ни в коем случае не как законченное руководство. Перед вами всегда открыта возможность (автор будет этому очень рад!) приспособить приведенный перечень к вашим собственным задачам, расширить его или сузнть, конкретизировать, подправить, некоторые части опустить и т. д Словом, ваши начинаиия, ваша инициатива никак не ограничиваются.

6.2. ПОЛНОТА МЫШЛЕНИЯ

Иногда полезно образное мышление. Представьте себе цель вашего решения (Что я должен решить? По поводу чего я должен принимать решение?) как некий предмет, который вы держите в руке и рассматриваете буквально *со всех сторон,* например яблоко, наручные часы, книгу. Вы поворачиваете его и так и сяк, пока вам не покажется, что вы уже рассмотрели все подробиости. Этот небольшой психологический трюк может иногда открыть совершенио неожиданные критерии решения. Исследователи творческой деятельности разработали упражнения и для нахождения критериев. С помощью этих упражнений можно треиировать полноту мышления. Одно из таких заданий [9], например, предлагает вам попытаться быстро указать 10 различных точек зрения (критериев), которые надо учитывать при обдумывании каждого из следующих решений:

возбудить рискованный судебный процесс,
получить новую специальность,
принять участие в конкурсе-викторине,
взять на себя общественную работу,
предпринять длительиую зарубежную поездку (командировку),
выбрать оригинальный подарок ко дню рождения мужа (жены).

Такие упражнения годятся и для деловой игры. В заключение стоит еще заметить, что критерии решения можно получать с помощью конференции идей. Действительно, почему бы не использовать большие потенциальные возможности коллективного мышления при выборе критерия решения?

6.3. ПОДХОДЯЩАЯ ШКАЛА

Обратимся теперь к вопросу о шкале оценки в пределах критерия решения (который предполагается известным). Мало знать, что при покупке автомобиля надо применять критерий «це-

Таблица 8

Виды шкалы оценок

Шкала оценки	Области применения	Примеры применения
Точные числа	Технические характеристики Физические величины	Плотность материалов в Г/см^3 Электрическая мощность в кВт·ч Масса детали в кГ Длина штрека в км Продолжительность технологического процесса в мин. Покупная цена в руб. Сбережения в руб.
Приближенные числа	Прогнозы Сметные стоимости Плановые показатели Технико-экономические оценки Средние	Потребление энергии в мире к 1990 г. в кВт·ч Ожидаемый объем пригородных перевозок — чел./год Ожидаемый эффект от внедрения рацпредложения в руб. Экономия от потерь, связанных с предотвращенным пожаром в руб.
Относительные числа	Части, доли как относительные величины Сравнение того, что должно быть, с тем, что получилось Отношение будущего к настоящему	Дорожно-транспортные происшествия в % Отношение количества рождающихся мальчиков к девочкам (1 к 0,94) Заболеваемость в % Выполнение плана в % Соотношение голов в футболе
Очки, пункты	Спортивные соревнования Выставки Контроль успеваемости Соревнования по профессиям Общественная деятельность	Фигурное катание, бокс Выигрыш по очкам Социалистическое соревнование между бригадами по пунктам
Оценки, баллы	Школьная успеваемость Оценка качества Упорядочение	Школьные оценки от 1 до 5 Количество изъянов, об-

Продолжение табл. 8

		наруженных при дефектоскопии изделия
		Показатели качества
		Категории цен в предприятиях общественного питания
Словесные оценки	Погода	Туманно пасмурно
	Эстетические оценки	Со вкусом
	Технические оценки	Уравновешенный
	Политические оценки	Примерный
	Юридические оценки	Сомнительный
	Гуманитарные оценки	Опасный

на». С помощью выбранного критерия (цена) надо еще провести оценку, то есть распределить по категориям различные варианты решения (типы автомобилей). При этом будем руководствоваться категориями цен — низкая, средняя и высокая.

Учитель оценивает успехи учеников отметками. Опыт инженера, который подыскивается на должность главного энергетика, можно измерить, например, стажем его работы по специальности. Качество того или иного способа сварки должно оцениваться критерием «производительность», который допускает представление в физических единицах «килограммах доброкачественного сварного шва в час». Оценка выступления фигуриста производится в баллах. Прогноз погоды осуществляется словесно (преимущественно ясно, туманно, пасмурно, ясно и солнечно, слишком холодно для этого времени года и т. д.).

Вы видите, что шкалу оценки можно устанавливать самым различным образом — строго количественно, полуколичественно и качественно.

В табл. 8 перечислены различные возможные оценки. В отношении их назначения и применимости можно ориентироваться на старое присловие конструкторов: «Настолько точно, насколько надо, настолько грубо, насколько можно». Это высказывание должно нас, с одной стороны, предостеречь от стремления во что бы то ни стало добиваться самой высокой мыслимой точности (не «стрелять из пушек по воробьям»), а с другой — напоминать о том, что точность необходима и было бы легкомысленно ею пренебрегать. Например, было бы не очень разумно высчитывать с точностью до копеечки предполагаемый расход на ремонт телевизора. Речь идет о сумме, которую можно подсчитать приблизительно, так как ряд неопределенных обстоятельств делает очень точный расчет принципиально невозможным.

Аналогично обстоит дело с подсчетом ущерба, которого удалось избежать, например, в результате экстренного вмешательства при возникновении пожара. Здесь можно говорить только о приближенных числах и, конечно, не о копейках. Так же следует рассматривать и все прогнозы, когда речь может идти лишь о порядке величины.

Таким образом, первый вывод заключается в следующем: если можно рассчитать или иным путем получить точные или хотя бы приближенные числа, ими стоит пользоваться. Следует, однако, отдавать себе отчет о степени их надежности и из этого исходить.

Противоположная опасность проявляется в неточности из-за невнимательности или небрежности. В результате могут оказаться стертыми различия, которые следовало бы иметь в виду, принимая решение. Сюда надо отнести подсчеты экономического эффекта от рационализаторских предложений, когда желание получить высокие числа превалирует над добросовестностью. Здесь часто позволяют себя ослепить каким-нибудь одним-единственным показателем машины, преувеличивают только на этом основании положительный эффект и мгновенно решают вопрос

о покупке. Причем даже в области техники удовлетворяются неточными или ничего не говорящими формулировками.

Второй вывод: при всех решениях стремитесь к количественной шкале оценок! Отказывайтесь от этого принципа только тогда, когда убедились, что он не реализуем или требует неоправданно высоких затрат.

Как обращаться со шкалой оценок, мы рассмотрим в следующей главе.

В заключение приведем пример из области увлечений — нумизматики. Ценность монеты составляется из того, как часто она встречается, из ее наличия «на рынке», то есть из количества отчеканенных экземпляров, ее возраста, соответственно года и места чеканки, стоимости металла и прежде всего степени ее сохранности. Оценка степени сохранности монеты производится в соответствии с единой классификацией, приведенной ниже.

Оценка степени сохранности монет

№	*Критерий*	*Состояние монеты*
1.	П.п. (полированная пластина)	Применение монетным двором особого способа изготовления, при котором, как правило (но не всегда), рельефная часть изображения получается матовой, а фон (поле) отполирован специально для этого обработанными штемпелями. Изделие не должно иметь никаких царапин, зарубок на гурте, следов износа или стертостей.
2.	Ш.б (штемпельный блеск)	Наилучшая степень сохранности обычных ходячих монет. Никакие дефекты (в том числе потертости и следы чистки) недопустимы. Поверхность монеты обычно имеет матовый блеск, что может служить отличительным признаком. Этим требованиям в основном удовлетворяют первые 100—200 монет, изготовленные новой парой штемпелей.
3.	Отл. (отлично)	Не допускаются никакие следы износа, повреждения гурта, потертости или следы чистки, допустимы только незначительные дефекты, возникшие в процессе изготовления или при транспортировке. В углублениях должны быть видны следы штемпельного блеска.
4.	Прев. (превосходно)	Монеты, бывшие в обращении и имеющие следы износа; однако все детали портрета или герба должны быть различимы. Допустимы незначительные следы износа на волосах или контурах герба, недопустимы повреждения гурта.

5. Прекр. (прекрасно)	Как правило,— низшая ступень качества объекта коллекционирования, когда налицо значительные следы износа, отдельные части рельефа стерты до неузнаваемости. Все контуры должны быть различимы, надпись — разборчива.
6. Хор. (хорошо)	Части поверхности так сильно стерты, что уже неразличимы, однако монета должна быть определима. Представляет ценность для коллекционера только при отсутствии экземпляров лучшей сохранности.
7. С. с. (слабая сохранность)	Из-за наличия значительных следов износа или повреждений монета с трудом поддается определению.

7. ПОИСКИ РЕШЕНИЯ

7.1. РЕШЕНИЯ НА ОСНОВАНИИ МАКСИМ

Для изучения и подготовки задачи к принятию решения мы проделали немалую работу: выяснили роль исходной ситуации, установили, как важно выявить все возможные варианты решения, определить последствия каждого из них, ввели понятие критерия и шкалы для его оценки. Теперь мы можем перейти к последнему этапу подготовки решения — к оценке возможных его вариантов. Эти варианты мы будем оценивать по последствиям принятых решений на основании принятых критериев и с помощью установленной шкалы оценки.

Однако, прежде чем приступить к обсуждению этих методов оценки, хочется сказать несколько слов тем, кто считает подобную оценку возможных вариантов решений совершенно лишней, не заслуживающей затраты времени и усилий на том основании, что всякое решение всегда сопровождается не подлежащими учету случайностями. Эти люди, принимая решение, склонны руководствоваться уже известным принципом, который на опыте показался им удобным или даже постоянно обеспечивающим успех. Такое решение на основании *максим* (от лат. *maxima* — основное правило, принцип) не стоит безоговорочно отвергать. Это было бы неразумно. Обобщенный опыт жизни каждого человека — бесценное богатство, источник, от которого не сле-

дует отмахиваться. Но мы должны серьезно задуматься над тем, может ли один этот принцип иметь решающее значение при принятии частных решений. Поясним это на нескольких примерах [12].

Осторожный человек действует по принципу: «Лучше синица в руках, чем журавль в небе». Такой принцип можно еще, пожалуй, считать пригодным, когда, скажем, не удалось купить намеченный ко дню рождения подарок, а поскольку время поджимает, приходится довольствоваться чем-нибудь другим. Но в народном хозяйстве, в промышленности, в исследовательской деятельности встречаются ситуации, когда, руководствуясь этим принципом, можно потерять возможные прибыли, упустить некоторые важные задачи, цели, особенно если они не лежат на поверхности. То же можно сказать о правилах «Осторожность прежде всего» и «Береженого бог бережет» (к чему рисковать?). Почувствовав внезапно недомогание, вы обращаетесь за помощью к врачу, хотя боль, казалось бы, вполне терпима — но зачем рисковать! (Береженого бог бережет!) Однако руководствоваться этой максимой вряд ли допустимо, если, к примеру, вы заняты разработкой нового метода сварки. Здесь надо быть готовым и пойти на риск, и поэкспериментировать, зная, что не исключена возможность неудач.

Существует и противоположная поговорка: «Кто не рискует, тот не выигрывает». Этого правила можете придерживаться, участвуя в викторине, но отнюдь не принимая решение о капиталовложениях на сумму 10 млн. рублей.

Весьма охотно применяется принцип «золотой середины» — *aurea mediocritas*. Это выражение принадлежит Горацию (10 ода, II книга), однако он употребляет его не в смысле «филистерского середнячка» или «самодовольной посредственности», а в том понятии, которое ему придает Цицерон. Оно служит для характеристики состояния, которое «находится между „слишком много" и „слишком мало"» (*qua est inter minimum et parum*), внутренней гармонии, которой удается достигнуть, если не слишком высоко устремлять свои желания и надежды и не сужать чрезмерно границы своих стремлений, а по возможности добиваться равновесия между двумя душами, «живущими в груди каждого человека». Бессмысленность слепого и неразумного применения этой максимы Вольтер выразил следующими словами: «Если увидите, как швейцарский банкир выпрыгнул из окна, прыгайте вслед за ним! Тут наверняка можно кое-что заработать!»

Поэтому мы останемся верны систематическому и фундаментальному методу и не примем той оценки решения, которая получается только на основе опыта. Впрочем, и после «объективной» оценки всегда остается место для применения решающих максим, например когда два или более возможных варианта котируются одинаково высоко.

7.2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ

Ниже рассматриваются шесть простых способов оценки вариантов решений. Начнем с хорошо известного и часто применяемого метода — голосования.

7.2.1. Голосование

Во многих случаях коллективное решение принимается голосованием. Не важно что или кого мы выбираем! Это могут быть выборы народных депутатов, родительского совета, председателя совета пионерского отряда или принцессы бала. Речь может идти и о выборе места (и способа) проведения отпуска или праздника бригады, коллективного подарка для сотрудника или оформления стенда. Во всех случаях называются несколько возможностей, из которых нужно сделать выбор. Затем каждый участвующий в голосовании должен заявить о своем решении

(устно, письменно или поднятием руки). Тот вариант, который получил наибольшее число голосов, считается принятым, тем самым принимается и решение.

Из приведенных примеров видно, что такой метод принятия решения может касаться самых разнообразных явлений, людей, целей, задач, объектов, способов поведения и т. д. Коллектив, принимающий решение, в зависимости от рассматриваемой проблемы сильно варьирует как по числу голосующих, так и по составу. Это может быть «семейный совет», пионерский отряд, производственная бригада, жители большого города или даже население государства. Организационные формы также бывают весьма разнообразны и зависят от характера решаемой проблемы. Существуют такие виды голосования, когда все принимающие участие собираются в одном помещении и выражают свое мнение по поводу решаемого вопроса устно или поднятием руки. В аналогичной ситуации голосование может быть и «тайным», при этом участникам раздаются бланки, на которых они фиксируют свои решения. Затем анонимные (не подписанные) бланки собирают и подсчитывают голоса. Голосование возможно и в том случае, когда коллектив, принимающий решение, не собрался вместе. Тогда необходимая информация либо поступает по почте, либо избиратель должен в течение определенного отрезка времени прибыть на центральный избирательный пункт, чтобы там отдать свой «голос», что обычно практикуется при выборах в местные и высшие органы власти. В обоих случаях решение должно фиксироваться письменно. Иногда избиратель делает это лично, иногда — через организатора, иногда — собственноручно, иногда — подачей предварительно отпечатанного бюллетеня.

Методически голосование очень просто, хотя порой требует огромных организационных затрат. При голосовании каждый участник пользуется одинаковым правом, то есть каждому поданному голосу придается одииаковый вес. Проявлением крайней несправедливости явилось бы положение, когда при голосовании мнение товарища М. оценивалось бы, скажем, двумя голосами, а мнение товарища N. вообще игнорировалось бы. Если для какого-либо решения используется метод голосования, иадо одновременно принять и прииции равноправия голосующих. Бывает и так, что имеются определенные основания для придания большего веса мнению каких-то лиц. В этих случаях речь должна идти не о «голосоваиии», а об опросе или изучении мнений, чтобы не выпячивать сам акт принятия решения.

Нередко трудную задачу представляет определение коллектива, в котором следует осуществить выбор решения. Имеет ли бабушка право голоса при обсуждении семейных дел? Надо ли

ставить на голосование в школьном классе маршрут совместного похода? Следует ли давать студентам право решающего голоса при утверждении учебного плана? Надо ли обсуждать внутризаводские трудности со всем коллективом? Таких вопросов возникает множество, и совсем нелегко установить подходящий круг участников Иногда есть правовые нормы, довольно часто — прежде всего при решении вопросов личного характера — нельзя обойтись собственными представлениями. Вряд ли здесь можно предложить общие рекомендации из-за существенного различия конкретных ситуаций. Тем не менее два момента можно распространить на все случаи. Участники должны:

а) быть по-настоящему заинтересованы в том или ином решении (например, в силу того, что оно их непосредственно затрагивает, либо потому, что они отвечают за его правильность);

б) быть в состоянии обозреть последствия своего решения. Если же, несмотря на выполнение этих условий, число участников, определенное организационными соображениями, слишком велико, можно избрать представителей (доверенных лиц), которые затем будут голосовать от имени группы их доверителей. (Принцип непрямого выбора или двухступенчатого избирательного права.) Многочисленные примеры того, как этот простой и объективный способ голосования приводит к злоупотреблениям в области политики, дают нам события, происходящие в капиталистических странах. Там средства массовой информации соответствующим образом «обрабатывают» граждан перед выборами, людям даются обещания, внушаются надежды, которые впоследствии оказываются неосновательными. Вспомните, сколько времени потребовалось, чтобы добиться избирательного права для женщин, как ущемляются различными оговорками и исключениями права национальных меньшинств, как на избирателей оказывают политическое давление.

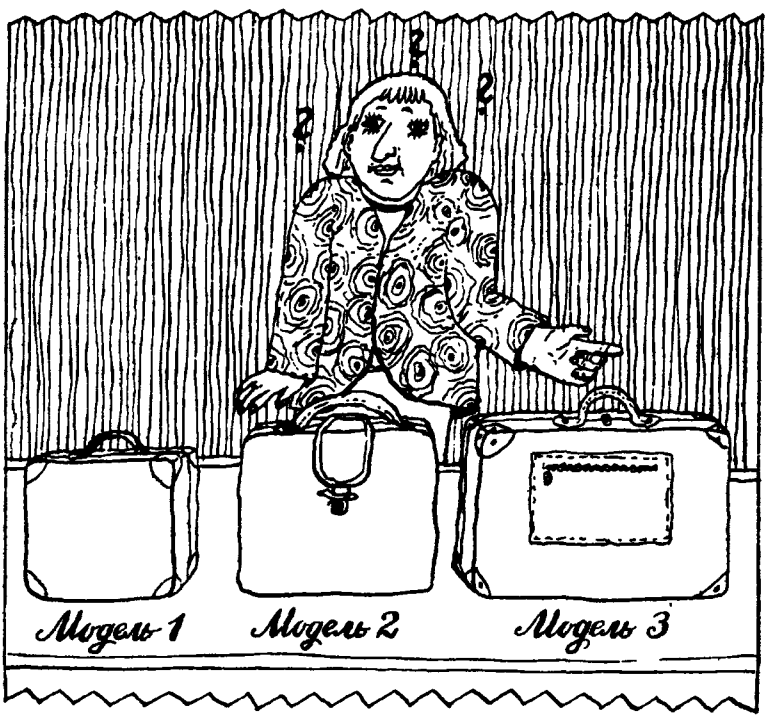
В заключение следует сказать, что иногда перед голосованием необходимо что-то разъяснить, проинформировать участников. Однако это ни в коем случае не должно использоваться с целью (часто весьма соблазнительной) добиться преимущества для наших собственных взглядов (представлений, мнений) в ущерб другим точкам зрения.

7.2.2. Таблицы оценок

В таблице оценок возможные варианты решений, критерии для выбора того или иного варианта и оценочные характеристики сопоставляются таким образом, чтобы стала наглядной предпочтительность того или иного варианта [13]. Число вари-

антов решений должно быть не менее двух (иначе ни о каком выборе не может быть речи). Число же применяемых для выбора критериев, напротив, может быть равно и одному. Однако на практике в большинстве встречающихся ситуаций критериев тоже больше. Оценочные характеристики (см. табл. 8) могут иметь различную природу в зависимости от применяемого критерия решения.

Если выбор осуществляется на основании *одного* критерия, то размерность оценочной характеристики (например, килограмм) может оставаться неизменной, одной и той же для всех вариантов. Тогда таблица состоит только из шапки и одной строки с оценочными характеристиками. Желая купить легкий чемодан определенных размеров, вы в качестве критерия руководствуетесь только его весом: самый легкий чемодан и даст лучший вариант решения.



При учете *нескольких* критериев таблица усложняется: ее приходится удлинить и закончить строкой «сумма». Естественно, мы можем складывать характеристики каждого из рассматриваемых решений (столбца) только в том случае, если соответствующие числа допускают сложение. Однако при различ-

ных критериях и природа оценочных характеристик и их размерности, естественно, бывают отличны, так что непосредственное суммирование невозможно (нельзя же складывать килограммы с сантиметрами или рубли с секундами). Здесь нам на помощь приходит простой прием: мы преобразуем все размерные характеристики в отвлеченные безразмерные единицы *.

Еще раз обратимся к примеру с покупкой чемодана. Но теперь учтем не только массу чемодана, но и его цену и внешний вид. Сначала, как обычно, массу мы выразим в килограммах, цену — в рублях. А для оценки внешнего вида применим систему баллов: 1 — отлично, 2 — хорошо, 3 — удовлетворительно, 4 — посредственно, 5 — неудовлетворительно.

Каким образом привести эти три величины к «единому знаменателю»?

Сначала зададимся диапазонами изменения для наших отвлеченных единиц, например, от 1 до 10 или от 1 до 100, или от 0,1 до 1, то есть шириной — началом и концом шкалы. Для нашего примера остановимся на первом варианте — от 1 до 10. Затем решим, куда мы будем стремиться, то есть примем ли в качестве оптимальной наибольшую или наименьшую сумму безразмерных единиц. Договоримся, что в нашем примере мы хотели бы получить наименьшие значения суммы трех критериев — возрастание величины любого критерия будет означать ухудшение. При составлении таблицы с безразмерными числами можно поступать двояким путем: либо приписать наименьшим значениям 1, а наибольшим 10, либо несколько расширить диапазоны табличных значений вверх или вниз, чтобы получить круглые граничные значения. Пойдем по второму пути и начнем шкалу массы с 1 кг (1), а шкалу цен с 10 руб. (1). Конец шкалы установим на 10 кг (10 единиц) и на 100 руб.

---

* Проблема многих критериев — одна из центральных в современной науке. Удачный выбор множества критериев нередко предопределяет успех дела. Но работа с векторным критерием обычно чрезвычайно сложна. Поэтому издавна существует тенденция к свертыванию набора критериев в скалярную характеристику, то есть к переходу к однокритериальной задаче. Это наиболее трудный и наименее исследованный момент. Автор не останавливается на такого рода трудностях, очевидно, полагая, что можно ограничиться лишь линейной сверткой, с чем нельзя согласиться. Следует иметь в виду, что приводимые ниже примеры построения «обобщенных» критериев носят чисто иллюстративный характер. См., например: Розен В. В. Цель — оптимальность — решение. Математические модели принятия оптимальных решений. — М.: Радио и связь, 1982; Адлер Ю. П. Предпланирование эксперимента.— М.: Знание, 1978; Азгальдов Г. Г. Количественная оценка качества продукции — квалиметрия (некоторые актуальные проблемы).— М.: Знание, 1986.— *Прим. ред.*

Таблица 9

Соответствие размерных и безразмерных характеристик

Масса в кг	Безразмерная шкала	Цена в руб.	Безразмерная шкала	Внешний вид в баллах	Безразмерная шкала
1	1	10	1	1+	1
2	2	20	2	1	2
3	3	30	3	1—2	3
4	4	40	4	2	4
5	5	50	5	2—3	5
6	6	60	6	3	6
7	7	70	7	3—4	7
8	8	80	8	4	8
9	9	90	9	4—5	9
10	10	100	10	5	10

(10 единиц). Отметке 1 + припишем наименьший балл (1), а отметке 5 — наибольший (10).

Таким образом мы получим табл. 9. Теперь без труда вместо заданных характеристик можно подставить безразмерные единицы, что и сделано в табл. 10. Находим, что наименьшая сумма соответствует модели 2.

Уже из названия табл. 10 вы могли заметить, что приведенная там форма оценочных таблиц связана с известным ограничением: мы исходили из предположения, что значимость, важность всех критериев одинакова. В действительности очень часто это бывает совсем не так. Предположим, что наш покупатель ограничен в средствах и поэтому особенно заинтересован в приобретении дешевого чемодана, то есть придает особое значение цене. Вторым по важности критерием будет внешний вид, а масса чемодана играет незначительную роль (наш

Таблица 10

Оценка чемодана по сумме безразмерных единиц при равноценных критериях

Критерий	Варианты выбора		
	Модель 1	Модель 2	Модель 3
Масса	3 кг — 3	2,5 кг — 2,5	4,3 кг — 4,3
Цена	20 руб. — 2	32 руб. — 3,2	65 руб. — 6,5
Внешний вид	3— 6	2— 4	1— 2
Сумма	11	9,7 (минимум!)	12,8

покупатель достаточно сильный молодой человек!). После того как мы установили для критериев указанную последовательность важности, можно ввести для них соответствующие весовые коэффициенты. Лучше всего, если их сумма будет составлять единицу.

В табл. 11 коэффициенты представлены во втором столбце. Цена как наиболее важный критерий получает наименьшее значение коэффициента (0,2); внешний вид — несколько большее

Таблица 11

Оценка чемодана по сумме безразмерных единиц при неравноценных критериях

Критерий	Весовой коэффициент $K_в$	Варианты выбора					
		Модель 1		Модель 2		Модель 3	
		P	$P \cdot K_в$	P	$P \cdot K_в$	P	$P \cdot K_в$
Масса	0,5	3	1,5	2,5	1,25	4,3	2,15
Цена	0,2	2	0,4	3,2	0,64	6,5	1,30
Внешний вид	0,3	6	1,8	4	1,20	2	0,60
Сумма	1,0	—	3,7	—	3,09 Минимум!	—	4,05

(0,3), а масса — самое большое значение (0,5). Казалось бы, такие значения весовых коэффициентов противоречат их реальной важности, однако вспомните, мы выбираем по *наименьшей* сумме. Далее выпишем безразмерные характеристики для каждой из трех моделей чемодана из табл. 10 и умножим их на весовые коэффициенты, соответствующие трем критериям. Затем подсчитаем суммы этих произведений для каждой модели и найдем минимум (см. табл. 11). (При таком подходе к выбору варианта покупка второй модели — наилучшее решение).

Мы уже неоднократно подчеркивали, что все важные решения, которые могут повлечь за собой тяжелые последствия, надо подготавливать, а при необходимости и принимать только коллегиально. Если вы хотите воспользоваться при этом табличным способом оценки возможных вариантов, то можно либо
а) предложить каждому члену коллектива заполнить подготовленную таблицу типа табл. 10 или 11, либо
б) составить такую оценочную таблицу в результате совместного обсуждения.

В первом случае, разумеется, надо сначала договориться о критериях оценки и шкале. Весовые коэффициенты $K_в$ и без-

размерные характеристики P каждый участник может указать независимо. Обобщая, из сумм для каждого варианта образуют средние арифметические. Минимум (или максимум) среди этих средних указывает на лучший вариант коллективного решения.

Рассмотрим еще одну разновидность нашей системы оценок. Может случиться, что при коллективной оценке (здесь под членами коллектива понимаются не только отдельные лица, но и предприятия, учреждения, институты и т. п.) мнения участников будут неравнозначны. Решению опытного эксперта, по-видимому, следует придать больший вес, чем выводу молодого специалиста. Каким же образом это учесть при окончательной оценке? В этом случае следует придерживаться методики раздельной оценки вариантов членами коллектива, но затем надо образовывать не обычные средние арифметические суммы, соответствующие каждому варианту, а так называемые *средние взвешенные значения* *. Если для получения простого среднего арифметического сумму всех значений делят на их число, то взвешенное среднее арифметическое рассчитывают по формуле

$$\bar{s} = \frac{s_1 \cdot m_1 + s_2 \cdot m_2 + \ldots + s_n m_n}{m_1 + m_2 + \ldots + m_n}.$$

Величины s_1, s_2 и т. д.— это отдельные значения, в нашем случае — суммы произведений для различных вариантов решений. «Весомость голоса» того или иного участника выражается величинами m_1, $m_2 \ldots m_n$, при этом, естественно, должны быть соблюдены разумные пропорции. Целесообразно для всех «средних» членов оценивающего коллектива принять значение $m = 1$, а для остальных участников (людей или учреждений) положить m больше или меньше единицы.

В табл. 12 показан еще один пример применения этого метода оценки. Речь идет о внедрении нового способа сварки на некотором предприятии. Для обсуждения предлагается 4 способа (варианта), различающиеся между собой техническими решениями.

---

* В данном случае представляется более естественным использование не средних арифметических (пусть взвешенных), а медиан. Для получения медианы данные упорядочивают по возрастанию (или убыванию) и находят «середину» такого упорядоченного ряда. При нечетном числе членов она принадлежит ряду, а при четном — лежит между двумя членами ряда. Это и будет медиана. Такая оценка, называемая иногда непараметрической, обладает гораздо меньшей чувствительностью к отдельным резким отклонениям, чем среднее арифметическое — *Прим. ред.*

Таблица 12

Оценочная таблица для внедрения нового способа сварки

Критерий	Весовой коэффициент $K_в$	Способ сварки (вариант)							
		I		II		III		IV	
		Безразмерные единицы		Безразмерные единицы		Безразмерные единицы		Безразмерные единицы	
		P	$P \cdot K_в$	P	$P \cdot K_в$	P	$P \cdot K_в$	P	$P \cdot K_в$
1. Стоимость	0,10	3	0,30	5	0,50	5	0,50	7	0,70
2. Возможность автоматизации	0,25	6	1,50	8	2,00	5	1,25	3	0,75
3. Производительность	0,20	10	2,00	8	1,60	4	0,80	4	0,80
4. Эксплуатационные расходы	0,15	5	0,75	6	0,90	10	1,50	10	1,50
5. Универсальность установки	0,30	8	2,40	8	2,40	7	2,10	9	2,70
Сумма	1,0	—	6,95	—	7,40 (максимум!)	—	6,15	—	6,45

Решение о выборе одного из вариантов сварки надо принять на основе критериев (первый столбец), степень важности которых в виде коэффициента отражена во втором столбце. При этом, однако, шкала построена не так, как в предыдущем примере, а наоборот, то есть возрастающие числа соответствуют лучшим значениям (то же самое относится и к безразмерным характеристикам P, так что в конечном счете выбор осуществляется не по наименьшей, а по наибольшей сумме). По сумме (7,40) способ II оказывается наиболее предпочтительным, а способ III (6,5) — наихудшим.

Следует подчеркнуть, что применение критериев, различных по целям, требует особо тщательно продумывать выбор безразмерных единиц. Существенно сохранять единообразие и для хороших оценок всегда брать высокие значения безразмерных характеристик (соответственно низкие значения — для плохих оценок), как в данном примере, или наоборот — всегда выдерживать противоположный принцип, как при покупке чемодана. Смешивать или объединять оба этих принципа нельзя ни в коем случае!

В примере со сваркой высокие значения безразмерных единиц надо рассматривать как благоприятные, то есть для способа I 10 единиц критерия 3 означают также и высокую производительность этого способа сварки; 3 безразмерные единицы критерия 1, напротив, означают не относительно малую стоимость установки, а наоборот, высокую стоимость (обратная шкала). Для критерия 4 также высокие значения соответствуют низким расходам! Критерии 1 и 4, с одной стороны, и критерии 2, 3 и 5, с другой — устроены взаимно обратно. Лишь при точном учете всего сказанного вычисленная сумма будет служить мерой оценки.

7.2.3. Бинарные решающие матрицы

Другой образец оценочных таблиц — бинарные решающие матрицы, построение и применение которых мы покажем на небольшом примере из области сварки. Постановка задачи будет понятна, если вы и не специалист в этой области.

Сварочный участок некоторого предприятия получил заказ на новое изделие, которое монтируется из отдельных блоков, соединяемых с помощью сварки. Инженер-сварщик должен выбрать наиболее подходящий и наиболее экономичный способ сварки. Ему известно новое изделие, он хорошо знает места сварных швов, их необходимую толщину и длину. Годовой выпуск изделий он может запросить. Обдумывая это задание, инженер вспоминает о научно-исследовательских работах,

проводившихся в Центральном научно-исследовательском институте сварки. Там на основании анализа десяти различных способов сварки с помощью бинарных решающих матриц был выбран самый подходящий способ [14]. Последуем за инженером в институт и выясним, в чем состоит этот принцип.

Вначале сотрудник института, с которым беседует инженер, перечисляет 10 вариантов сварки, из которых надо сделать выбор:

Способ сварки	*Обозначение*
1. Газовая сварка (автогенная)	Г
2. Ручная электродная сварка	РЭ
3. Сварка вольфрамовым электродом в инертном газе	ВИГ
4. Механизированная сварка в атмосфере углекислого газа (CO_2)	CO_2(М)
5. Механизированная сварка в атмосфере инертного газа	МИГ
6. Полуавтоматическая сварка в атмосфере CO_2	CO_2(ПА)
7 Полуавтоматическая сварка в атмосфере инертного газа	ПАИГ
8. Сварка под флюсом	Ф
9. Электрошлаковая сварка	ЭШ
10. Электрогазовая сварка	ЭГ

Вот 7 критериев технического или экономического характера, которые применяются при выборе способа сварки:

	Критерии
Материал	Технические
Толщина свариваемого листа	
Длина шва	
Положение рабочей поверхности (горизонтальное, вертикальное, над головой и т. д.)	
Характер шва	
Длина сварочных швов, выполняемых за год	Экономические
Масса электродов, расходуемых за год	

Для каждого критерия существуют уже упомянутые бинарные матрицы решений. В табл. 13 приведено по три первых строки для четырех критериев. Обратите внимание, что в шапке таблицы перечислены все те же 10 способов сварки. Критерии надо расчленить на отдельные варианты, ступени или диапазоны. Тогда получатся следующие строки (полная реальная система насчитывает 88 строк!). Образующиеся таким образом ячейки матриц заполняются нулями или единицами (отсюда их название — бинарные, или двоичные, матрицы). Нуль означает, что в этом случае данный способ подходит и вполне применим. Единица же, напротив, что данный способ не подходит и им нельзя воспользоваться. (Обычно, правда, эти цифры используются наоборот. Ниже показано, что такой необычайный способ вполне обоснован.)

Двоичные матрицы для выбора способа сварки *Таблица 13*

	Способ сварки									
	Г	РЭ	ВИГ	CO_2 (М)	МИГ	CO_2 (ПА)	ПАИГ	Ф	ЭШ	ЭГ
Материал										
Ст. 38	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Ст. 42	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Ст. 52-3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Толщина листа										
<5 мм	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
$5 \div 9$ мм	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
$10 \div 14$ мм	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Длина шва										
300 мм	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
300—500 мм	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
501—1000 мм	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Положение свариваемых поверхностей										
горизонтальное	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
вертикальное вверх	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
вертикальное вниз	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Таблица 14

Выбор способа сварки с помощью бинарных матриц

Значение критерия	Способ сварки									
	Г	РЭ	ВИГ	CO_2 (М)	МИГ	СО (ПА)	ПАИГ	Ф	ЭШ	ЭГ
Строка 1 Ст. 38	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Строка 2 4 мм	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Строка 3 600 мм	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Строка 4 Горизонт.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Строка 5 Прямолин.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Строка 6 12000 /год	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Строка 7 5000 кГ/год	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Сумма	3	2	2	1	2	0 Наиболее подходящий способ	1	2	3	3

Обратимся к трем примерам:

а) Сталь Ст. 38 *нельзя* сваривать способом МИГ (и для механизированного, и для полуавтоматического способа в ячейках матрицы стоят 1).

б) Материалы, имеющие толщину листа от 5 до 9 мм, можно сваривать всеми способами, за исключением ЭШ и ЭГ.

в) Вертикальный (снизу вверх) шов допускает применение всех способов сварки, кроме Ф.

Теперь, если для какого-то конкретного случая надо найти подходящий способ сварки, остается лишь выбрать из этих матриц решений соответствующие строки (7 строк, так как используются 7 критериев) и сложить их, рассматривая каждую из строк как десятичное число. Каким образом? Мы ищем такой способ сварки, который в каждом из 7 строк даст нам нуль. Другими словами: когда мы эти 7 строк запишем одну под другой, то по меньшей мере в *одной* из них (для *одного* способа) не должно оказаться единиц, чтобы вообще можно было отобрать из этих способов наиболее подходящий.

Следовательно, можно просто сложить цифры в семи строках, как 7 десятичных чисел, и посмотреть, появится ли при этом (и если появится, то на какой позиции) в сумме нуль. Позиция, на которой в сумме стоит нуль как раз и соответствует искомому способу. Табл. 14 иллюстрирует этот прием на задаче, решаемой нашим инженером-сварщиком. Семь строк соответствуют семи критериям. Как показывает итоговая строка суммы этой таблицы, для решаемой задачи (учитывая также и упомянутые экономические критерии) подходит и рентабелен только способ полуавтоматической сварки в атмосфере CO_2. Рассмотрим графы, относящиеся к другим способам сварки. Кроме полуавтоматической сварки, в атмосфере CO_2 можно было бы применить еще лишь механизированный вариант CO_2(М), хотя он и не экономичен, так как здесь в строке 6 появляется единица. Способ электродной сварки и способ ВИГ непригодны по экономическим соображениям дважды (единица появляется дважды — в строках 6 и 7). Все другие способы не подходят уже с технической точки зрения.

Достоинство этой системы выбора в том, что матрицы решений охватывают бóльшую часть встречающихся в практике сварки задач. Кроме того, эту систему легко запрограммировать на ЭВМ и хранить в виде программы. Возможности этого метода, естественно, не ограничиваются только областью сварки *.

* При всех своих достоинствах этот метод не лишен и серьезных недостатков. Прежде всего они порождаются категоричностью ответа в каждом пункте (все или ничего), что упрощает реальную ситуацию Альтернативой может служить, например, уже упоминавшийся метод построения «функций желательности».— *Прим. ред.*

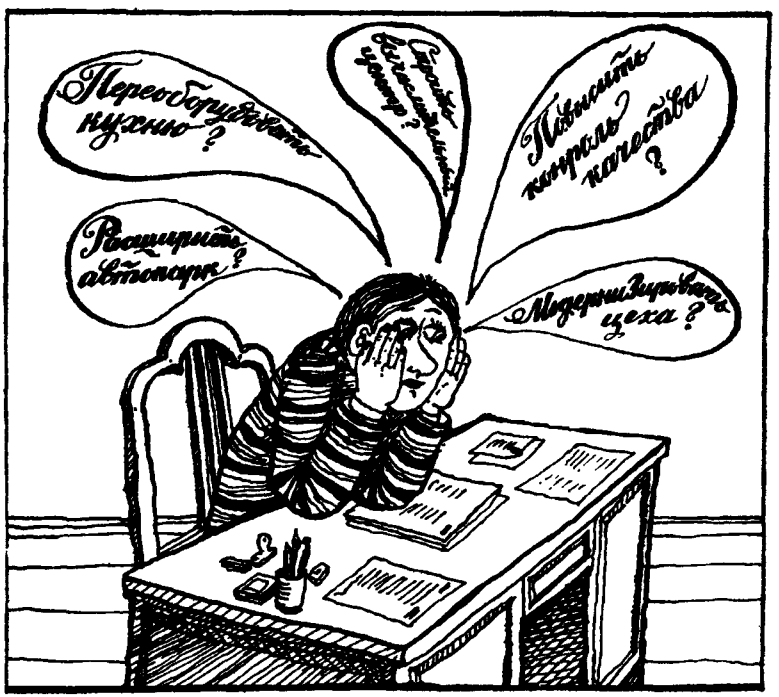
7.2.4. Поэтапное сравнение

Описываемый ниже метод оценки также основан на принципе подсчета безразмерных единиц (пунктов или очков), однако исходит из предположения, что оцениваемые варианты решений не являются строго альтернативными (взаимоисключающими). Надо иметь возможность работать в ситуациях, когда несколько вариантов допускают одновременную реализацию и их можно объединять. Такой метод, конечно, не универсален.

Рассмотрим подходящий пример [13]. У лица, отвечающего за распределение капиталовложений на некотором предприятии, есть 5 предложений по финансированию строительства:

1) расширение отдела технического контроля (ОТК);
2) модернизация цехов;
3) переоборудование кухни;
4) строительство вычислительного центра;
5) расширение автопарка.

Одновременная реализация всех этих замыслов невозможна ввиду ограниченности средств, отпущенных на капитальное строительство. Возникает проблема, требующая выбора на основе решения. Каким мероприятиям отдать предпочтение? Какова степень их срочности? В каком порядке их надо осуществлять?



На эти вопросы мы можем получить ответы, применяя метод поэтапного сравнения. Итак, надо найти обоснованную последовательность, в которой очередность пяти предлагаемых к реализации мероприятий соответствовала бы их важности. Значит, следует найти и обосновать последовательность предлагаемых к реализации мероприятий, в которой проявлялась бы их относительная важность, причем эту важность нельзя установить, анализируя каждое предложение в отдельности.

Сначала ответственный за распределение капиталовложений приписывает каждому из предложений некоторое число очков от 0 до 100, причем *одно* предложение («на первый взгляд» самое важное) должно быть оценено в 100 очков, а другие — соответственно на ступеньку (или несколько ступенек) меньше. При этом для оценки полезности тех или иных статей капиталовложений он может обращаться с запросами к администрации или руководствоваться собственными соображениями. (Эта оценка образует лишь исходный базис, в процессе поиска решения она еще будет корректироваться или укрупняться, закрепляться.) В нашем примере предложениям приписаны следующие числа очков (буквенные обозначения предложений мы вводим для удобства при дальнейших рассуждениях):

	Очки	*Обозначение предложения*
1. Расширение ОТК	100	А
2. Модернизация цехов	80	Б
3. Переоборудование кухни	60	В
4. Строительство вычислительного центра	50	Г
5. Расширение автопарка	40	Д

После такой подготовки надо организовать оценочную группу, которая будет осуществлять поэтапное сравнение. В этот коллектив должны быть вовлечены не только авторы предложения, но и сотрудники, достаточно далекие от данной проблемы, способные, однако, высказать о ней компетентное суждение (речь идет главным образом о руководящих работниках), в противном случае существует опасность, что вся работа выродится в местническое «перетягивание каната».

Далее созданный коллектив должен обсудить 17 вопросов-сравнений, представленных в табл. 15. Эти вопросы читаются следующим образом.

1. Будет ли предложение (намерение, замысел, проект) А более важным, чем все остальные 4 предложения, вместе взятые? (Математический знак $>$ здесь обозначает «важнее чем».)

2. Будет ли предложение А более важным, чем предложения Б, В и Г, вместе взятые?

3. Будет ли предложение А более важным, чем предложения Б, В и Д, вместе взятые?

. . . . . .

16. Будет ли предложение В более важным, чем предложения Г и Д, вместе взятые?

17. Будет ли предложение Г более важным, чем предложение Д?

Таблица 15

Оценка вариантов капиталовложений
Перечень вопросов для сравнения

Номер	Вопрос	Ответ
1	А > Б + В + Г + Д?	Нет
2	А > Б + В + Г?	Нет
3	А > Б + В + Д?	Нет
4	А > Б + Г + Д?	Нет
5	А > В + Г + Д?	Нет
6	А > Б + В?	Нет
7	А > Б + Г?	Нет
8	А > Б + Д?	Нет
9	А > В + Г?	Нет
10	А > В + Д?	Нет
11	А > Г + Д?	Нет
12	Б > В + Г + Д?	Нет
13	Б > В + Г?	Нет
14	Б > В + Д?	Нет
15	Б > Г + Д?	Да
16	В > Г + Д?	Нет
17	Г > Д?	Нет

Принцип, на котором основана эта опросная схема, виден из табл. 15. Сначала сравнивают (сопоставляют) важнейшее (учитывая очередность поступления) предложение с суммой остальных предложений, причем в правой части неравенства прежде записывают сумму всех остальных предложений, затем все сочетания из трех предложений и наконец — из двух. Отдельные предложения Б...Д с предложением А не сравниваются. Затем А исключается; в левую часть неравенства ставится предложение Б. Справа вначале записывают оставшиеся сочетания из трех предложений, а затем получающиеся из них группы из двух предложений. Далее исключают Б, и в левой части помещают В (вопрос 16), после чего и сравнивают его с парой Г + Д. Заключает всю эту процедуру вопрос: сравнение Г и Д.

Вы, наверное, уже заметили недостаток этого способа:

используется только один критерий — важность. Однако в этом «комплексном» критерии самим правилом в скрытом виде учитываются много частных критериев, например денежные затраты, необходимая рабочая сила, объем кооперации, экономическая эффективность, нормативные акты, требования закона и т. д. Все эти критерии необходимо учитывать при ответе на поставленные вопросы. Это требует от коллектива, принимающего решение, повышенной меры сосредоточенности и внимания. Кроме того, в результате многослойности критерия могут довольно скоро проявиться совершенно противоречивые суждения. Руководитель работы по оценке должен при этом предложить еще 2, 3 или 4, смотря по обстоятельствам, частных критерия и снова объединить их в комплексном критерии «важности». При желании избежать этих трудностей можно ограничиться результатами формального «голосования». Однако не исключено, что это вызовет у некоторых участников чувство неудовлетворенности, так как остались не раскрытыми более глубокие обоснования для решения *.

Предположим, что все члены коллектива были единодушны в ответах на вопросы, поставленные в табл. 15. На этом фаза качественного сравнения заканчивается и следует этап количественного сравнения с помощью подсчета очков нашей исходной последовательности. Эта работа носит рутинный характер, так что нет необходимости участия в ней всего коллектива, но и целиком отказываться от него не стоит. На этом этапе каждому из 17 вопросов сопоставляют ответ с числом очков исходной ранжировки (см. табл. 16).

Таблица 16

Оценка вариантов капиталовложений
Поэтапные сравнения

Номер вопроса	Сравнение числа очков	Согласие с ответами из табл. 15	Изменение
1	$100 < 80+60+50+40$	Да	
2	$100 < 80+60+50$	Да	
3	$100 < 80+60+40$	Да	
4	$100 < 80+50+40$	Да	
5	$100 < 60+50+40$	Да	
6	$100 < 80+60$	Да	
7	$100 < 80+50$	Да	
8	$100 < 80+40$	Да	
9	$100 < 60+50$	Да	
10	$100 = 60+40$	Да	
11	$100 > 50+40$	Нет	$A_1 = 85$

*Голосование не следует квалифицировать как метод, рекомендуемый для оценивания (ранжирования) решений: в результате голо-

Повторная проверка неравенств при новом значении А (=85) показывает, что все неравенства для относительных единиц удовлетворяются. Сравнения можно продолжить. Теперь идут 12 и последующие вопросы.

12	$80<60+50+40$	Да	
13	$80<60+50$	Да	
14	$80<60+40$	Да	
15	$80<50+40$	Нет	$Б_1=95$

Повторная проверка неравенств при новом значении Б (=95) показывает, что все суммы очков совпадают с ответами табл. 15. Можно продолжить поэтапное сравнение ответов на вопрос 16.

16	$60<50+40$	Да	
17	$50>40$	Нет	$Г_1=35$

Поскольку на этом этапе произошло изменение Г, то сравнения надо повторить сначала. Оказывается, что при рассмотрении вопроса 11 отмечается еще одно изменение:

11	$80>35+40$	Нет	$А_2=70$

При этом новом значении А надо опять провести проверку всех вопросов. Поскольку на этот раз при всех 17 вопросах число очков согласуется с ответами в табл. 15, сравнение можно считать законченным.

1. $А>Б+В+Г+Д$?

Ответ: нет, следовательно, $А\leqslant Б+В+Г+Д$! (То есть А должно быть меньше или в крайнем случае равно сумме Б, В, Г и Д! Следите за тем, чтобы в конце вопроса стоял вопросительный знак, а в конце ответа, имеющего характер требования,— восклицательный.)

В числах: $100<80+60+50+40$, то есть мы видим соответствие между числом очков и решением на основе качественного сравнения. Переходим к следующему вопросу.

2. $А>Б+В+Г$?

Ответ: нет, следовательно, $А\leqslant Б+В+Г$!

сования могут возникнуть циклы типа: «А лучше Б», «Б лучше В, но В лучше А», и оптимальное решение вовсе не будет существовать.— *Прим. ред.*

В числах: $100 < 80+60+50$, то есть опять имеет место соответствие!

Таким образом сравнение продолжают до тех пор, пока на одном каком-нибудь месте при каком-нибудь вопросе не наступит несоответствие.

В нашем примере первый раз это произойдет при рассмотрении вопроса 11.

11. $А > Г+Д$?

Ответ: нет, то есть должно быть $А \leqslant Г+Д$!

В числах: $100 > 50+40$.

Что теперь следует делать? Обычно в таких случаях мы изменяем левую часть неравенства, оставляя правую часть неизменной. Значит, нам нужно выбрать для А другое число очков, которое бы согласовывалось с ответами на вопросы от 1 до 11. В нашем случае это означает, что надо уменьшить очки, приписываемые А, до значения не более 90 (в этом случае наступает равенство). Обычно, однако, дают некоторый «запас надежности», с учетом которого мы полагаем для А значение 85 очков. Посмотрев вопросы 1—10, мы убеждаемся, что при этом не возникло никаких противоречий. Можно продолжать сравнения.

При рассмотрении вопроса 15 мы опять должны выполнить неравенства.

15. $Б > Г+Д$?

Ответ: да, то есть $Б > Г+Д$!

А в числах: $80 < 50+40$.

Тогда мы изменяем число очков для Б, а чтобы удовлетворить требованию, устанавливаем его равным 95 (с «запасом надежности» в 5 единиц).

Теперь нам надлежит снова убедиться, имеет ли место соответствие для ответов на вопросы 1—14. Мы снова проверяем нашу таблицу с самого верха (для $А=85$ и для $Б=95$). Проверка показывает, что пока все в порядке, можно продолжать сравнеиня. Задаем вопрос 16. Он также дает соответствие. Одиако проверяя последний вопрос, мы опять вынуждены прибегиуть к замеие:

17. $Г > Д$?

Ответ: нет, то есть $Г \leqslant Д$!

В чнслах: $50 > 40$.

В соответствии с рекомеидацнями уменьшаем число очков для Г с 50 до 35. Такое изменение вынуждает нас заново перепроверить совпадение при всех перечисленных вопросах. При этом замечаем, что на вопросе 11 мы снова «застряли».

11. $А > Г+Д$?

Ответ: нет, то есть $А \leqslant Г+Д$!

В числах: $85 > 35+40$.

Следовательно, число очков для А надо опять снизить (вторично), а именно: вместо 85 взять 70.

Если мы теперь опять пройдемся по всем вопросам, то с удовлетворением заметим, что противоречий больше нет. Очки соответствуют ответам оценивающего коллектива.

Теперь можно сопоставить между собой новые значения относительных единиц!

А = 70; Б = 95; В = 60; Г = 35; Д = 40.

Мы замечаем, что А, Б и Г изменились, а В и Д свои значения сохранили. С помощью разработанной процедуры мы нашли новую ранжировку, в которой варианты располагаются по степени важности: Б, А, В, Д, Г.

По сравнению с исходной ранжировкой 4 объекта изменили свои места. Для лучшего сравнения очков и лучшего обозрения их взаимных расстояний предложение, имеющее наибольшее число очков, принимаем равным 100, соответственно пересчитывая очки и для всех остальных предложений. Для этого разделим все числа на 0,95:

Б = 100 (модернизация цехов),

А = 74 (расширение ОТК),

В = 63 (переоборудование кухни),

Д = 42 (расширение автопарка),

Г = 37 (строительство вычислительного центра).

Тем самым мы получили окончательную, улучшенную и существенно более точную последовательность, учитывающую степень важности наших пяти предложений, их приоритеты. Таким образом, цель поэтапного сравнения достигнута.

Достоинство данного метода состоит в том, что получающиеся в итоге пропорции между оцениваемыми предложениями (вариантами), входящими в ранжировку, достаточно точны. Числа очков, на которые отличаются предложения, могут служить мерой различий в степени их важности. Недостаток метода — довольно высокая трудоемкость, так как список вопросов, подлежащих сравнению, в большинстве случаев приходится проходить несколько раз. Если работать вручную, то число предложений не должно быть больше 7 (при использовании ЭВМ граница проходит выше). (В этом случае список вопросов для сравнения содержит ровно 100 неравенств.) *

Несколько иной метод оценки вариантов можно получить, если представить цели или объекты в виде неких шариков. Все шарики внешне выглядят совершенно одинаково, однако масса их различна, так как они изготовлены из разных материалов. Каким образом можно рассортировать эти шарики по

* Приведенный метод иногда называют «методом уступок».— *Прим. ред.*

их массе, если в нашем распоряжении имеются лишь чашечные весы с коромыслом, но нет гирь?

Вместо вопроса: «Будет ли А более важным, чем Б?», мы теперь можем поставить вопрос: «Будет ли А более тяжелым, чем Б?», то есть «спросить» у весов. Если чаша весов с шариком А опускается, то ответ будет положительным (да), в противном случае — отрицательным (нет). Как при использовании такого метода получить ранжировку, упорядоченную по массе шариков?

Мы должны каждый шарик по очереди сравнивать с остальными. При пяти шариках мы получаем (см. 4.2.1) следующие $\binom{5}{2} = 10$ комбинаций:

1. А > Б	Результат:	2 шарика рассортированы
2. А > В 3. Б > В	Результат:	третий шарик можно однозначно поставить на его место в ранжировке
4. А > Г 5. Б > Г 6. В > Г	Результат:	четвертый шарик можно однозначно разместить на его месте в ранжировке
7. А > Д 8. Б > Д 9. В > Д 10. Г > Д	Результат:	пятый, последний шарик может быть однозначно поставлен на свое место в ранжировке (по массе)

С помощью этих 10 взвешиваний получена точно одна из 120 возможных ранжировок (по массе), например В А Д Г Б. Возникает вопрос: нельзя ли и в предыдущем примере, касающемся вариантов капиталовложений, обойтись этими 10 вопросами? Такая постановка вопроса имеет смысл только в том случае, если, как и для шариков, объектам капиталовложений заранее не было дано оценки (то есть не приписано никакого числа очков); поскольку в противном случае — если очки будут интерпретироваться по массе — просто повторится исходная ранжировка вариантов. Если же отказаться от какой бы то ни было предварительной оценки, то с помощью этих 10 вопросов можно действительно получить ранжированную последовательность. Этой цели к тому же можно достигнуть не только потому, что надо ответить на меньшее число вопросов, но и из-за простоты этих вопросов. Каждый раз между собой сравниваются лишь два объекта. Это достоинство, однако, покупается ценой отказа от возможности сравнения объектов между собой. В результате мы не сможем установить между объектами соотношения в виде очков или процентов. Если нужна не ранжировка, а оценки относительной степени важности ранжируемых объектов, обоснованный приоритет, то эта простая разновидность метода поэтапного сравнения, к сожалению, неприменима *.

* Вопрос об оптимизации взвешивания тесно связан со знаменитой задачей о фальшивой монете. Рассматриваемый пример требует меньшего, чем 10, числа взвешиваний.— *Прим. ред.*

7.2.5. Дерево решений

С общим видом дерева решений мы уже познакомились, когда обсуждали возможность реализации различных вариантов решений (гл. 4). На рис 10—12 приведены три примера, показывающие, как при помощи этого графического способа можно составить наглядное представление о возможных вариантах решений, а при необходимости еще и дополнить перечень вариантов. Теперь продвинемся еще на шаг дальше — оценим дерево решений, чтобы таким образом найти наилучшее решение [15].

Вы уже знаете, что дерево решений состоит из элементов (узлов) и ветвей (линий). Теперь мы введем понятие *семейства*. Семейство дерева решений охватывает какой-нибудь известный элемент и непосредственно с ним связанные элементы, так сказать материнский элемент с его дочерними элементами. (Равноправие между мужем и женой в семье позволяет также говорить об «отцовском» и «сыновнем» элементах). В нашем примере о праздновании Нового года, к которому мы еще будем возвращаться (рис. 18, расширенный по сравнению с рис. 10 за счет добавления элемента D9), имеется 8 семейств:

1. A, B1, B2;
2. B1, C1, C2;
3. B2, C3, C4, C5;
4. C1, D1, D2;
5. C2, D3, D4;
6. C3, D5, D6;
7. C4, D7, D8;
8. C5, D9.

На верхнем уровне надо оценить для каждого из семейств «дочерние» элементы, сравнив их с «материнским». Для семейства 1 это означает оценить два основных варианта решений: встречать ли Новый год дома или уехать куда-нибудь. Остальные детали не принимаются во внимание.

Для семейства 2 этот вопрос выглядит следующим образом: «Как оцениваются альтернативы «с гостями» и «без гостей», если принято решение остаться дома?». Для семейства 3 надо оценить варианты: посещение родных или знакомых, поездку через бюро путешествий и посещение мест общественных увеселений, причем факт самого отъезда следует рассматривать как заданный. Таким же образом продолжается сравнительная оценка оставшихся вариантов.

При оценке предпоследнего семейства исходят из того, что выбрана поездка через бюро путешествий и остается сравнить между собой два возможных варианта (с выездом за рубеж или в пределах родины).

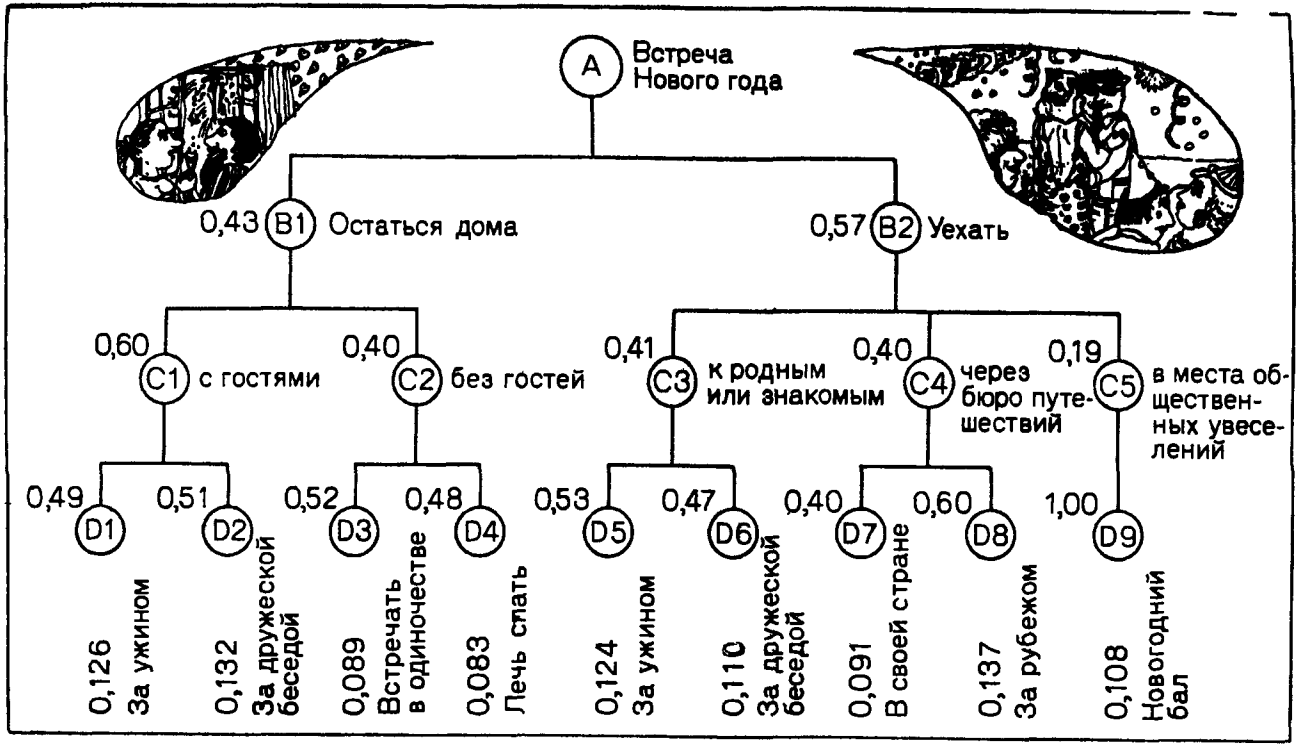


Рис. 18. Встреча Нового года — дерево решений с оценкой вариантов.

Последнее семейство представляет особый случай. Здесь больше нет разветвлений, значит, нет и необходимости в оценке. Элемент D9 практически не отличается от элемента C5 и введен только для того, чтобы довести все ветви до одинаковой длины.

Что же делать для получения оценки? Понятно, для этого надо руководствоваться какими-нибудь критериями. Без критериев весь эффект данного метода пропадет. Здесь можно одновременно учитывать *не один*, а несколько критериев, причем различного характера Лучше всего сначала, не выбирая, написать все критерии, относящиеся к данной задаче, а затем упорядочить этот список, приписывая каждый критерий соответствующему семейству (сравните с указаниями гл. 6). Как обычно поступают при выборе варианта встречи Нового года? Рассматривают следующие критерии:

денежные расходы;
затраты времени на подготовку;
степень новизны,
ожидаемые впечатления;
возможные последствия отрицательного характера;
пожелания гостей;
собственные склонности и, наконец,
встречи (желательные или нежелательные).

Конечно, есть и множество других обстоятельств Быть может, кое-кто захочет уточнить или исключить тот или иной критерий. Оставим, однако, их в указанном виде.

Было бы, наверное, нецелесообразно и слишком накладно применять все 8 критериев для всех 7 семейств нашего дерева. В дальнейшем мы будем использовать не больше 4 критериев одновременно, приспосабливая их к особенностям каждого семейства. Рассматриваемый метод обладает требуемой гибкостью.

В табл. 17 для каждого семейства предусмотрена табличка. В первом столбце табличек выписаны выбранные критерии, во втором, обозначенном буквой $K_в$,— весовые коэффициенты,

Таблица 17

Таблицы оценок для дерева решений «Встреча Нового года»

Семейство 1 Критерии	$K_в$	B1	B2	$\sum$
Затраты времени на подготовку	0,4	0,3	0,7	1
Денежные расходы	0,2	0,6	0,4	1
Ожидаемые впечатления	0,1	0,1	0,9	1
Возможные контакты с родными и знакомыми	0,3	0,6	0,4	1
$\sum$	1,0	0,43	0,57	

Семейство 2

Критерии	$K_в$	C1	C2	$\sum$
Затраты времени на подготовку	0,3	0,2	0,8	1
Денежные расходы	0,2	0,2	0,8	1
Возможные контакты с родными и знакомыми	0,5	1,0	0	1
$\sum$	1,0	0,60	0,40	

Семейство 3

Критерии	$K_в$	C3	C4	C5	$\sum$
Степень новизны	0,3	0,1	0,7	0,2	1
Ожидаемые впечатления	0,2	0,1	0,7	0,2	1
Денежные расходы	0,2	0,6	0,1	0,3	1
Возможные контакты с родными и знакомыми	0,3	0,8	0,1	0,1	1
$\sum$	1,0	0,41	0,40	0,19	

Семейство 4

Критерии	$K_в$	1	2	$\sum$
Собственные желания	0,2	0,2	0,8	1
Предполагаемые желания гостей	0,5	0,7	0,3	1
Последствия	0,1	0,2	0,8	1
Денежные расходы	0,2	0,4	0,6	1
$\sum$	1,0	0,49	0,51	

Семейство 5

Критерии	$K_в$	3	4	$\sum$
Склонности	0,8	0,6	0,4	1
Последствия	0,1	0,2	0,8	1
Денежные расходы	0,1	0,2	0,8	1
$\sum$	1,0	0,52	0,48	

Семейство 6

Критерии	$K_в$	5	6	$\sum$
Желания гостей	0,6	0,7	0,3	1
Денежные расходы	0,1	0,5	0,5	1
Последствия	0,3	0,2	0,8	1
$\sum$	1,0	0,53	0,47	

Семейство 7 Критерии	$K_в$	7	8	Σ
Степень новизны	0,4	0,3	0,7	1
Ожидаемые впечатления	0,4	0,3	0,7	1
Денежные расходы	0,2	0,8	0,2	1
Σ	1,0	0,40	0,60	

учитывающие важность того или иного варианта (аналогично рассмотренным в 7.2.2). Сумма чисел этого столбца должна быть равна единице, то есть весовые коэффициенты должны быть долями единицы. Последующие столбцы содержат оценки для дочерних элементов. В этих клетках записываются значения оценок (точно так же, как число очков), причем сумма по горизонтали должна равняться единице. Это значит, что единица делится между дочерними элементами таким образом, что их сумма образует единицу. Положительные значения оцениваются высоко, отрицательные — низко. Рассмотрим несколько примеров из этой таблицы.

а) *Семейство 1.* Критерий «впечатления» по сравнению с другими критериями имеет наименьший вес ($K_в=0,1$). Решение В1 («встречать Новый год дома») дает гораздо меньше оснований ожидать новых впечатлений, чем решение В2 («уехать»). Поэтому для В1 принимается оценка 0,1, а для В2 — 0,9.

б) *Семейство 2.* Критерий «встреча с родственниками и знакомыми» наиболее важный их трех. (Принимающий решение либо очень расположен к контактам, либо скорее наоборот — чувствует себя обязанным возобновить контакты, которыми до этого нередко пренебрегал). Поскольку решение С2 («без гостей») однозначно исключает какие-либо визиты, в соответствующую клетку приходится записать 0. В таком случае решению С1 логично приписать 1.

в) *Семейство 3.* Критерий «денежные расходы» ($K_в=0,2$) менее важен, чем степень новизны и возможные контакты с родными и знакомыми, и располагается на одном уровне с критерием «впечатления».

Для трех решений С3, С4 и С5 расходы оцениваются соответственно в отношении 1:6:2.

Поездка, организованная бюро путешествий, стоит дороже всего. Однако очки в соответствующих клетках имеют значения 0,6; 0,1 и 0,3. Почему? Да потому, что высокие цены надо рассматривать как недостаток данного варианта, они характеризуют его отрицательно и очки должны быть низкими. Отсюда проистекает обратных характер зависимостн, которая в точности соответствует приведенной выше пропорции (мы уже обращали внимание на то, что в некоторых случаях очки и сами значения критериев обратны).

Теперь надо рассмотреть последнюю строку 7 оценочной таблички, строку сумм. Нам уже известно, что сумма чисел, проставленных в столбце $K_в$, должна быть равна 1. Суммы в столбцах дочерних элементов образуются в результате сложения произведений из весовых коэффициентов и очков. Сумма 0,43 в столбце B1 вычисляется так:

$0{,}4 \cdot 0{,}3 + 0{,}2 \cdot 0{,}6 + 0{,}1 \cdot 0{,}1 + 0{,}3 \cdot 0{,}6 = 0{,}43$

для B2 надо подсчитать Сумма = 1.

$0{,}4 \cdot 0{,}7 + 0{,}2 \cdot 0{,}4 + 0{,}1 \cdot 0{,}9 + 0{,}3 \cdot 0{,}4 = 0{,}57$

(Сумма по горизонтали, как и в вышерасположенных строках должна равняться 1.) Эта процедура вычислений похожа на ту, что относилась к системе оценки по очкам.

После того как для всех семейств оценочные таблички будут заполнены, числа, образовавшиеся в строке суммы, надо выписать возле соответствующего элемента на графическом изображении дерева решений (на рис. 18 — возле кружочков). На этом заканчивается первый этап алгоритма оценки. На следующем, втором, этапе остается перемножить оценки, стоящие возле элементов дерева и относящиеся к каждой ветви (различные пути от элемента A до элементов нижнего уровня, в нашем примере — до элементов D1...D9).

Если при построении дерева решений принять, что каждый элемент (кроме A) имеет лишь один подчиненный элемент, то есть исключить какие бы то ни было горизонтальные связи, то дерево решений будет иметь ровно столько ветвей, сколько элементов на последнем уровне:

Ветвь 1 (A...D1): $0{,}43 \cdot 0{,}60 \cdot 0{,}49 = 0{,}126$
Ветвь 2 (A...D2): $0{,}43 \cdot 0{,}60 \cdot 0{,}51 = 0{,}132$
Ветвь 3 (A...D3): $0{,}43 \cdot 0{,}40 \cdot 0{,}52 = 0{,}089$
Ветвь 4 (A...D4): $0{,}43 \cdot 0{,}40 \cdot 0{,}48 = 0{,}083$
Ветвь 5 (A...D5): $0{,}57 \cdot 0{,}41 \cdot 0{,}53 = 0{,}124$
Ветвь 6 (A...D6): $0{,}57 \cdot 0{,}41 \cdot 0{,}47 = 0{,}110$
Ветвь 7 (A...D7): $0{,}57 \cdot 0{,}40 \cdot 0{,}40 = 0{,}091$
Ветвь 8 (A...D8): $0{,}57 \cdot 0{,}40 \cdot 0{,}60 = 0{,}137$ Максимум!
Ветвь 9 (A...D9): $0{,}57 \cdot 0{,}19 \cdot 1{,}00 = 0{,}108$
Сумма = 1,000

По этим результатам можно непосредственно увидеть ранжированную (по степени важности) последовательность вариантов решений. Наибольшую величину произведения мы находим у элемента D8 (поездка за границу), затем следуют:

D2 (встречать Новый год дома с гостями без танцев),
D1 (встречать Новый год дома с гостями и танцами),
D5 (встречать Новый год у родственников или знакомых с танцами),
D6 (встречать Новый год у родственников или знакомых без танцев),

D9 (посетить увеселительные заведения),
D7 (путешествие по своей стране, организованное туристско-экскурсионным бюро),
D3 (встречать Новый год дома без гостей).
На самом последнем месте стоит (вряд ли это неожиданно):
D4 (тихо в собственной постели во сне «вползти» в Новый год).*

На этом заканчивается второй этап этого метода оценки вариантов и дерево решений становится ненужным. Оценки, очевидно, можно выразить и в процентах, поскольку их сумма составляет 1. Для этого достаточно соответствующие десятичные дроби умножить на 100.

На первый взгляд, этот метод оценки выглядит весьма основательным. К сожалению, это не совсем так. Чтобы результаты в итоге были действительно сравнимы, метод должен непременно удовлетворять следующим двум условиям:
число ветвлений на каждом уровне должно быть одинаковым, каждая ветвь должна быть доведена до самого нижнего уровня, а не обрываться раньше.

Первое условие требует, образно говоря, одинакового «размера семейства» для каждого уровня, например, за каждым элементом одного какого-нибудь уровня должны следовать всегда два или всегда три элемента более низкого уровня. Второе условие требует, чтобы «семейная традиция не умирала» до тех пор, пока не будет достигнут последний уровень решения (выбора), низший уровень иерархии. Оба условия являются кардинальными, однако — как вы, конечно, уже заметили — даже в нашем небольшом примере они *не* выполняются. Крайняя правая ветвь (A...D9) доведена до самого нижнего уровня (уровня D) только искусственно. По существу она заканчивается на элементе C5. Первое условие не удовлетворяется, поскольку а) на уровне C встречаются и два и три дочерних элемента и б) на уровне D четыре раза надо учитывать коэффициент ветвления, равный 2, а один раз — равный 1.

Это означает, что результаты будут не совсем точными и, строго говоря, не отражают действительного соотношения значимости 9 возможных решений. Не говоря уж о субъективной оценке в пределах одного какого-либо семейства.

Как же следует поступить в этом случае? Уже то, что, несмотря на отмеченные недостатки, метод в предложенной форме все же здесь обсуждается, показывает, что эти недостатки

* В разобранном примере о варианте встречи Нового года допущена методическая ошибка: хотя исходные данные — коэффициенты важности назначены весьма приближенно, итоговые оценки рассчитаны с точностью до тысячных и в качестве оптимального выделено единственное решение с оценкой 0,137, хотя имеются и другие, близкие к нему.— *Прим. ред.*

не имеют решающего значення и не обесценнвают сам метод. Этим методом оценки можно пользоваться, если:

а) попытаться еще на стадии первоначального наброска дерева решеннй по возможности полнее удовлетворить упомянутые два условия и

б) в случае отклонения результатов от идеального вида не абсолютизировать их. При оценке этих результатов не стоит игнорировать возможные ошибки.

При некотором навыке можно даже грубо оценить, где эти ошибки становятся заметными и где следует внести коррективы. В нашем случае семейство B2 по сравнению с семейством B1 проигрывает, так как при оценке C3, C4 и C5 единица делится на 3 части, а при оценке C1 и C2 — только на 2. Следовательно, оценки, вычисленные для C3, C4 и C5, по сравненню с оценками для C1 и C2 несколько занижены. На уровне D событие D9 имеет преимущество перед элементами от D1 до D8, поскольку для него вообще нет необходимости делить 1 на части. Вследствие этого результат для D9 слишком высок по сравнению с оценками для событий D1 — D8.

Была предпринята попытка выровнять эти несоответствия математическим путем. Для этого на каждом уровне, где были различные коэффициенты ветвления, определялся так называемый *средний коэффициент ветвления*, который используется для корректировки.

Не будем здесь углубляться в подробности, достаточно отметить, что такая возможность корректировки существует. Кроме того, даже с учетом отмеченного улучшения результатов все равно элемент D8 (путешествие за границу) будет иметь наивысшую общую оценку. Но на последующих местах появятся некоторые сдвнги.

В настоящем разделе для получения оценок мы привлекли на помощь графическое представление — дерево решений. Смысл и значение графических методов при поисках решения заключается не столько собственно в методике, сколько в наглядности, придающей множеству решений, и особенно их последствий, столь важную обозримость. Для примера рассмотрим результат сравнения технологических вариантов.

Если бы удалось автоматизировать ручной процесс обработки некоторого изделия, то (при условии, что автоматизация обеспечивает положительный народнохозяйственный эффект) в результате были бы достигнуты более короткие сроки изготовления, уменьшение себестоимости, более стабильные параметры качества.

Сравнительные значения этих трех критериев можно наглядно представить в виде гистограммы, в частности, такой, как приведена на рис. 19, или в графической форме.

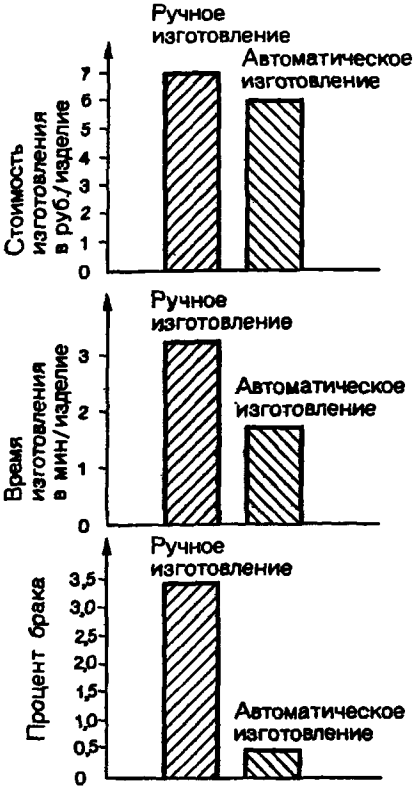


Рис. 19. Сравнение технологических вариантов с помощью гистограмм.

Рассматриваемое с этих позиций графическое представление, разумеется, служит лишь вспомогательным средством, а не самостоятельным методом. Однако не стоит недооценивать эту функцию. Человек — не компьютер; числа представляют собой одну сторону дела, гораздо более действенны зрительные образы, которые могут вызывать эмоции совсем другого масштаба, нежели сухое сравнение цифр. Насколько велико или мало различие сравниваемых критериев, на рисунке выявляется нагляднее, чем при простом сравнении чисел. Поэтому графическое представление имеет большое значение. Полезно всегда помнить, что 83 % всей информации, которую мы воспринимаем из окружающего мира, поступает в наше сознание через *глаза*. Поэтому стоит чаще применять это простое вспомогательное средство при поисках решений. Не жалейте небольшого труда, чтобы представить на бумаге достоинства и недостатки того или иного варианта в виде диаграмм, рисунков или эскизов.*

Можно несколько расширить эту мысль. Если вы рассматриваете варианты решения при выборе какой-либо вещи (например, марки автомобиля или фотоаппарата, образца мебели, рисунка ковра), запаситесь изображениями (рисунками, фотографиями,

* В последние годы роль наглядных представлений быстро возрастает. Это обусловлено, с одной стороны, появлением нового подхода к статистической обработке данных, называемого анализом данных, а с другой — расширением возможностей использования наглядных представлений в новых поколениях ЭВМ.— *Прим. ред.*

моделями, макетами), чтобы лучше представить себе всю «картину».

После этих «заметок на полях» возвратимся к методу оценки и познакомимся с графическим способом, который не только требует графического представления полученных чисел, но использует для оценки само изображение.

Название «Паук — ЦИС» на первый взгляд может показаться несерьезным. Действительно, несколько странно выглядит сочетание биологического объекта с аббревиатурой института ЦИС, Центрального института сварки в Галле, где разработан метод, о котором пойдет речь [16]. Кроме того, это название не совсем удачно еще и потому, что диаграмма, используемая в методе, напоминает не столько паука, сколько паутину.

Прежде чем поближе заняться методом «Паук — ЦИС», следует указать на один недостаток «обычного» графического представления, который собственно и послужил поводом к разработке нового метода.

Гистограмма (как и аналогичные диаграммы) позволяет сравнивать лишь по одному-единственному критерию. Как видно из рис. 19, при этом можно сопоставлять либо только время изготовления, либо только стоимость изготовления, либо только параметр, характеризующий качество изделия для двух технологий. Охватить все три величины (сумму, произведение, частное и т. д.) невозможно или возможно лишь частично. Даже расширение на трехмерный случай не слишком улучшает положение, ибо позволяет учесть только еще один (второй) критерий. А кроме того, надо изобразить и отношение между критериями. Меньше трудностей возникает при распространении графического сравнения на несколько вариантов при сохранении одного критерия. При этом потребуется только поставить в гистограмме рядом несколько столбиков. Однако поскольку при принятии решения нам часто приходится прибегать к нескольким критериям, отмеченный недостаток весьма существен. В отличие от диаграмм, построенных в прямоугольных декартовых координатах, «Паук — ЦИС» представляет собой наглядную диаграмму, построенную в *полярных координатах*. Оси, на которые наносятся значения критериев, направлены по радиусам от центра окружности к периферии. На рис. 20 приведен пример, который поясняет этот метод.

Допустим, некий инженер хочет сменить место работы. Причины его желания нас здесь не интересуют. В поисках нового места инженер получил два предложения, которые резко отличаются друг от друга, однако каждое имеет свои достоинства и свои недостатки. Поэтому человек затрудняется в принятии того или иного предложения. В одном случае речь идет о должности начальника отдела на крупном предприятии, весьма за-

манчивой с материальной точки зрения и означающей известное продвижение по службе, однако связанной с большой нагрузкой. Другое предложение в денежном отношении менее выгодно, зато связано с меньшими нагрузками. Во втором случае наш инженер был бы, как и до настоящего времени, сотрудником технического отдела. Решение осложняется еще и другими соображениями: в обоих случаях он должен менять

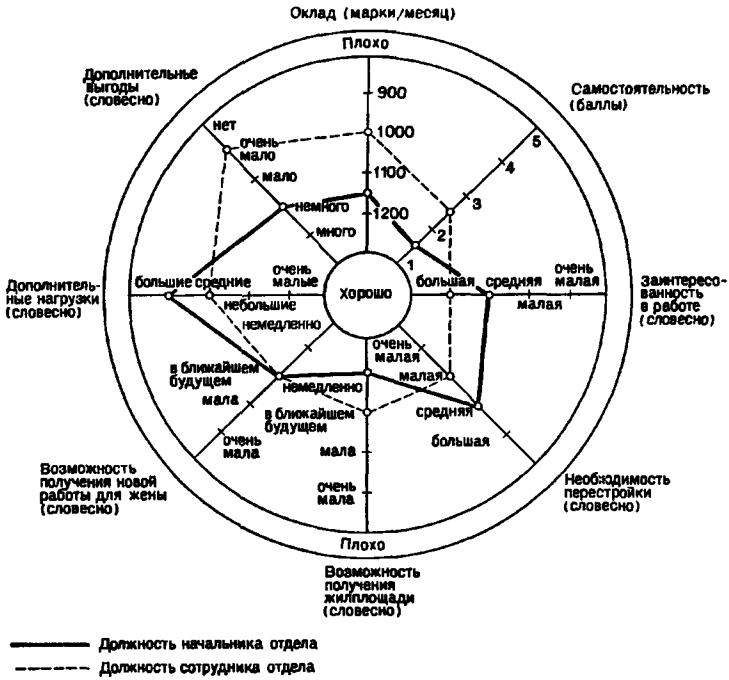


Рис. 20. Сравнение двух вариантов трудоустройства с помощью метода «Паук—ЦИС».

место жительства, что связано также с необходимостью перемены места работы для его жены.

Человек решает применить для поиска лучшего решения метод «Паук — ЦИС», представив свою проблему на «паутине» (см. рис. 20). Первый шаг заключается в том, чтобы сопоставить критерии решения. Инженер выбирает 8 критериев:

1) оклад;
2) самостоятельность;
3) профессиональный интерес;
4) перестройка (на работе, отношения с сослуживцами);
5) возможности получения жилплощади;

6) возможности нового места работы для жены;
7) дополнительные нагрузки (ответственность, необходимость часто принимать решения, командировки, неприятности и т. д.);
8) дополнительные выгоды (премии, отпуск, приятные сослуживцы и т. д.).

Для этих восьми критериев инженер рисует круг и в нем восемь радиальных шкал (см. рис. 20), на которые он наносит числовые и словесные обозначения таким образом, что лучшие значения располагаются ближе к центру, а худшие дальше от него, ближе к внешним окружностям. При этом не имеет значения, как проградуированы шкалы — в относительных единицах, условных обозначениях или только словесно. Главное, чтобы было видно постепенное изменение критериев, отражающее тенденцию к ухудшению при движении от центра к периферии. В соответствии с этим для критерия «оклад» более высокие цифры расположены ближе к центру, для критерия «самостоятельность», который оценивается по системе отметок, обратных школьным, более высокие баллы — на периферии. При словесных обозначениях остальных критериев все зависит от формулировки критерия — должны ли такие оценки как «очень большой», «очень высокий» располагаться ближе к центру или дальше от него. (Большая нагрузка — недостаток, отчего это значение критерия должно располагаться дальше от центра; большие дополнительные выгоды — достоинство, следовательно, место этого значения ближе к центру).

Еще несколько слов о граничных значениях. На внутренней окружности должны быть указаны самые лучшие, но не утопические цифры. Так, зарплата в 5000 марок совсем нереальна. При оценке возможностей для получения жилья или работы для жены, напротив, оценка «немедленно» не исключается. Таким образом, на внешней окружности должны располагаться плохие оценки, однако они не должны быть меньше некоторого известного минимума. Зарплата в 500 марок для инженера с большим опытом работы была бы, конечно, слишком мала. При оценке возможностей получения квартиры или работы для жены оценка «нет» служит нижней границей.

Затем для нашего инженера наступает самый трудный этап. Он должен для обоих предложений выбрать подходящие оценки и отметить их на соответствующих шкалах. В зависимости от критерия это может представлять собой более или менее трудную задачу. Поскольку инженер располагает данными о зарплате, точки на этой оси проставляются без особых затруднений. Значительно труднее оценить перспективы получения жилья или работы для жены.

После завершения этой работы наступает последний, самый интересный этап. Инженер должен соединить точки, простав-

ленные на осях, замкнутой линией — полигоном. Сначала для первого, а затем для второго предложения. Именно эту замкнутую ломаную линию мы и назвали паутиной. Теперь на нашей полярной диаграмме образовались два в общем случае неправильных многоугольника (*n*-угольника, где *n* — число критериев), каждый из которых представляет свое предложение. Правило оценки на основании «Паука — ЦИС» гласит: *«паутина», очерчивающая наименьшую площадь, соответствует лучшему варианту.*

Качественно это вполне понятно. Если лучшие значения отдельных критериев находятся всегда на внутренней окружности, площадь полигона должна быть тем меньше, чем лучше оценивается соответствующий вариант. Это — глобальное утверждение, учитывающее все критерии. Следует ли из него, что для получения количественного результата надо измерить обе площади?

Находились сторонники такого измерения. Важно, однако, ясно понимать, что «паутина» «Паука — ЦИС» не имеет геометрически однозначной площади. Даже если были выбраны одинаковые критерии и назначены одинаковые цифровые значения, площадь соответствующего *n*-угольника может измениться только вследствие того, что мы поменяли местами шкалы, то есть их (отсчитываемую по дуге окружности) последовательность. Площадь и форма «паутины» изменяется также и в случае, если какой-нибудь критерий исключается из рассмотрения либо, напротив, дополнительно вводится, если углы между шкалами неодинаковы или если мы изменим деления шкал либо внутренние и внешние граничные значения.

Таким образом, есть много факторов, влияющих на площадь «паутины», так что о геометрически однозначной величине при всем желании речи быть не может. К тому же такие измерения — попросту напрасный труд. Это означало бы, как говорится, стрелять из пушек по воробьям. Могут возразить, что речь идет не об абсолютном значении площади (в квадратных миллиметрах), а только об отношении значений двух площадей, для того чтобы лучше ответить на вопрос, какая из двух «паутин» меньше. На это следует ответить: если различие в величине обеих площадей не может быть надежно оценено «на глаз», значит, оно несущественно. Если же различие бросается в глаза,— дело ясное, и не требуется никаких измерений. А если различие настолько мало, что «на глаз» неразличимо, то и измерять не стоит, так как с учетом всех неточностей и субъективных факторов, упомянутых выше, это различие не имеет значения. Итак, надо сказать, что выбор между двумя (или несколькими) вариантами с помощью «Паука — ЦИС» осуществим лишь в том случае, когда различие между площадями соответству-

ющих «паутин» бросается в глаза. В противном случае обе (или все) возможности надо рассматривать как равнозначные или имеющие один порядок. С этой точки зрения метод «Паук — ЦИС» нельзя считать полностью количественным методом, разве что наполовину.

После этих теоретических рассуждений еще раз посмотрим на рис. 20. Видите, какая из двух площадей меньше? Тот, у кого хороший глазомер, заметит, что предложению должности руководнтеля подразделения соответствует меньшая

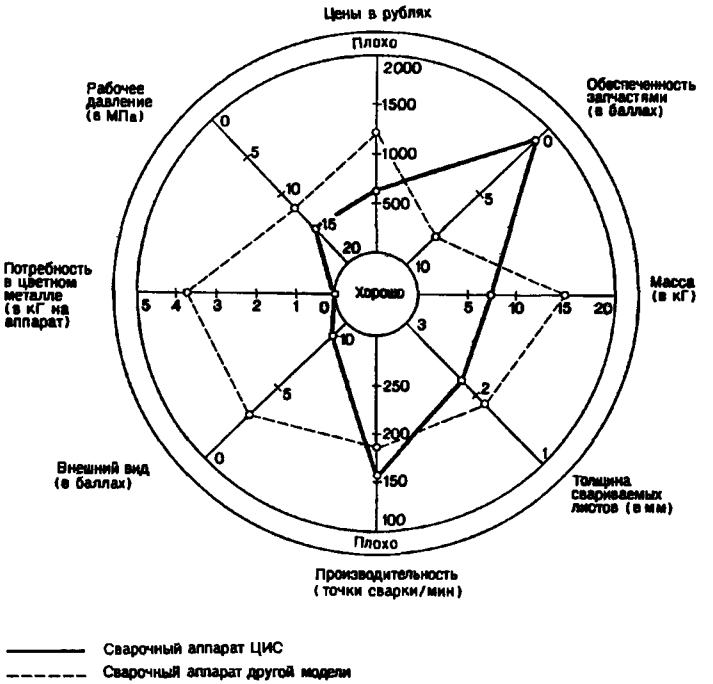


Рис. 21. Сравнение двух типов аппаратов для точечной сварки.

площадь. Тот, кто не верит, может под копирку сделать копии этих «паутин», вырезать их и взвесить на аналитических весах или измерить с помощью планиметра.

В качестве следующего примера рассмотрим одно из первых применений метода, которое было реализовано в ЦИС для выбора перспективного варианта разработки. Необходимо было сравнить, как котируются на мировом рынке два типа клещей для точечной сварки (рис. 21) *. Для оценки использовались

* Заинтересованный читатель может познакомиться с характеристиками аппаратов для точечной сварки, обратившись к книге:

8 критериев:
цена;
обеспеченность запчастями в баллах;
масса аппарата в килограммах;
максимальная толщина свариваемых листов в миллиметрах;
производительность сварочного аппарата, оцениваемая по числу точек сварки в минуту;
внешний вид аппарата в баллах;
потребность в цветных металлах в килограммах на аппарат;
рабочее давление (давление на электроды) в Паскалях.

Граничные значения показаны на рис. 21. Различие в величине площадей хорошо видно: аппарату для точечной сварки, разработанному в ЦИС, соответствует меньшая площадь диаграммы и, следовательно, он превосходит второй образец. На рисунке, кроме того, можно видеть и слабое место изделия, разработанного ЦИС: плохую обеспеченность запасными частями. Если бы можно было улучшить этот показатель, то исчез бы северо-западный угол диаграммы и сравнение в пользу разработанного ЦИС образца оказалось бы еще более явным.

При таком методе сравнения двух технических предложений (это не обязательно должны быть изделия; могут сравниваться также различные способы и различные технологии) как бы сами собой вскрываются имеющиеся в них недостатки и становится ясным, в какой степени улучшение того или иного параметра окажет благоприятное влияние на «общую картину» (площадь «паутины»). Число сравниваемых с помощью диаграммы ЦИС объектов или вариантов не должно превышать четырех, иначе снова утрачивается преимущество наглядности.

7.2.6. Графоаналитический метод

В заключение настоящего раздела рассмотрим еще так называемый *графоаналитический метод*, который служит не для оценки различных вариантов, а помогает отыскать оптимальное решение. Вам, конечно, знакома знаменитая головоломка о перевозчике, волке, козе и капусте. Перевозчик стоит на берегу реки, он должен перевезти в своей лодке на другой берег волка, козу и кочан капусты. Лодка слишком мала, чтобы перевезти все за один раз. Перевозчик может взять с собой либо волка, либо козу, либо кочан капусты. Как же решить задачу, зная, что нельзя оставлять один на один ни козу с волком, ни козу с кочаном капусты?

Гуревич С. М. Справочник по сварке цветных металлов.— Киев: Наукова думка, 1981.— *Прим. ред.*

Графоаналитическое решение этой задачи представлено на рис 22 [17]. Как же следует поступать? Сначала надо записать, какая «компания» может оставаться вместе на левом или на правом берегу реки. Существуют 10 возможностей:

1) перевозчик, волк, коза, капуста (ПВКзКп) — исходная ситуация
2) перевозчик, волк, коза (ПВКз)
3) перевозчик, волк, капуста (ПВКп)
4) перевозчик, коза, капуста (ПКзКп)
5) перевозчик, коза (ПКз)
6) волк, капуста (ВКп)
7) волк один (В)
8) коза одна (Кз)
9) капуста одна (Кп)
10) вырожденный случай: никого (0), приведен для полноты.

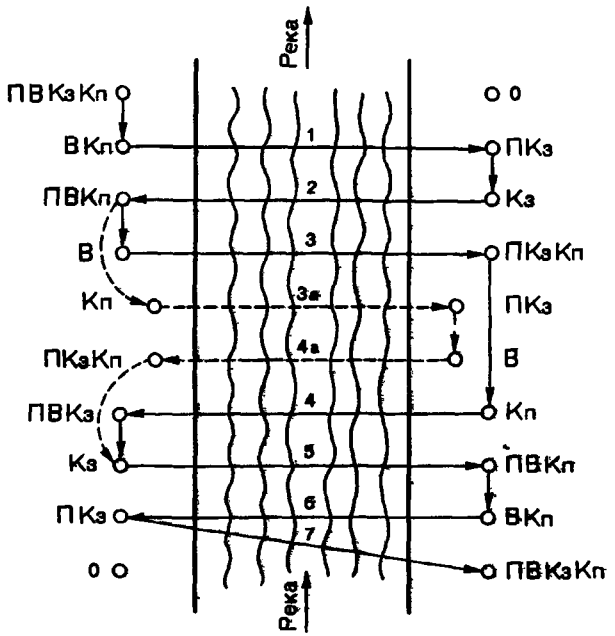


Рис. 22. Решение задачи о переправе волка, козы и капусты графоаналитическим методом.

По условиям задачи сочетания «волк и коза» (ВКз), а также «коза и капуста» (КзКп) исключаются. Однако, таким образом, оказываются запрещенными и противоположные ситуации «перевозчик и капуста» (ПКп), так же как и «перевозчик и волк» (ПВ). 10 допустимых «состояний» записывают как для левого, так и для правого берега реки, причем так, что дополнительные «состояния» располагаются точно друг против друга (например, ВКп слева и ПКз справа на одном и том же уровне).

Как вы, вероятно, уже заметили, последовательность десяти «состояний» в тексте не совпадает с последовательностью на рис. 22. Последовательность на рисунке выбрана таким образом, чтобы не возникало пересечений нанесенных линий связи, которые могли бы повредить наглядности представления. Впрочем, это не обязательно, можно использовать и исходную последовательность.

Решение осуществляется следующим образом. Из исходного пункта ПВКзКп слева находят на том же берегу пункт, который согласуется с разумным поведением перевозчика, и, отправляясь от которого, можно начинать переправу. Очевидно, что вначале перевозчик не может предпринять ничего другого, кроме как отправиться на другой берег с козой и

оставить пару «волк — капуста». Все остальные действия перевозчика недопустимы.

Таким образом, первая связь (на левом берегу) ведет от ПВКзКп к ВКп. Отсюда вытекает и возможность первого перевоза (горизонтальная линия от ВКп слева до ПКз справа). Перебравшись на другой берег, перевозчик опять получает одну-единственную возможность разумного поведения: он оставляет козу одну (стрелка от ПКз к Кз) и переезжает на лодке назад (переправа 2). Когда он вступает на левый берег, то там неизбежно возникает ситуация ПВКп. На этом этапе у перевозчика появляются две возможности, причем обе имеют смысл. Он может либо оставить волка, либо кочан капусты, то есть линию от пункта ПВКп можно провести либо до пункта В, либо до пункта Кп.

Рассмотрим первый случай. Перевозчик отправляется с кочаном капусты через реку (переправа 3) и по прибытии попадает в пункт ПКзКп (справа). Теперь возникает ситуация, которая на первый взгляд кажется безвыходной. Перевозчик не может оставить без присмотра козу наедине с капустой! На этом этапе решения задачи наша графоаналитическая заготовка оказывается весьма кстати. Мы замечаем «незадействованные» еще пункты на правом берегу реки. Куда потянется нить событий? Осталось еще 6 состояний, однако 5 из них содержат компоненту «волк» и поэтому сейчас не реализуемы. Вернуться к точке, которая уже была использована, означало бы сделать шаг назад на пути решения. Так что только одно решение остается в конце концов — передвинуться дальше в пункт Кп. Это означает, что надо оставить на правом берегу кочан капусты и вернуться на левый берег, прихватив с собой козу (переправа 4). Слева мы «автоматически» попадаем в пункт ПВКз. Из оставшихся неиспользованными пунктов имеет смысл только пункт Кз. А это означает, что перевозчик должен совершить переправу 5 вместе с волком. На правом берегу она приведет нас в пункт ПВКп. Завершается все очень просто как на основании логических рассуждений, так и с помощью графоаналитической модели. Волка и капусту надо оставить одних на правом берегу, и тогда перевозчик может спокойно перевезти ожидавшую на левом берегу козу (поездки 6 и 7). Что случилось бы, если бы в пункте ПВКп перевозчик принял иное решение и сначала перевез волка? Как показывают пунктирные линии на рис. 22, и в этом случае существует решение, требующее также 7 поездок. Переправа 3 и переправа 4 заменяются соответственно рейсами 3а и 4а. Значит, существует второй равнозначный вариант решения, который в известном смысле можно рассматривать как зеркальное отражение первого.

На графоаналитическом представлении, изображенном на рис. 22, горизонтальные линии (переправы) представляют собой линии действия, а вертикальные (или дугообразные) линии на обоих берегах — линии решений. Правда, из семи решений перевозчика только одно-единственное связано с настоящей альтернативой, остальные оказываются вынужденными и на самом деле альтернативы не имеют.

Такой прием нахождения варианта поведения с помощью графоаналитической модели можно применять также и при решении других, кажущихся поначалу малообозримыми задач, связанных с выбором и принятием решений *.

7.3. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

До настоящего времени мы не пользовались понятием вероятности. Однако в скрытом виде оно постоянно оказывало влияние на наши рассуждения. Например, при оценке пяти направлений капиталовложений, где ответы на сравнительные вопросы основываются на предположениях о последствии планируемых мероприятий, причем оценки эти субъективны и имеют различную степень надежности в зависимости от оценивающего их лица и существа планируемых мероприятий (при выборе вариантов встречи Нового года, когда критерий «ожидаемые впечатления» требовал оценок, которые, естественно, могли основываться только на вероятностях), при выборе между двумя вариантами трудоустройства (оценка возможности найти хорошее место работы и для жены сводится к расчету вероятности). Однако мы отказались от какого бы то ни было учета этих вероятностей. Мы считали достаточным охватить мысленным взором информацию, относящуюся к рассматриваемому вопросу, а затем, основываясь на ощущениях и опыте, установить оценку, число очков, баллов или другую характеристику.

Для многих задач выбора такой подход вполне приемлем. Но в некоторых случаях нельзя удовлетвориться столь грубыми оценками. При разработке дорогостоящих и сложных систем, например космических кораблей, важно обеспечить очень высокую надежность, которая рассчитывается исходя из вероятностей выхода из строя элементов.

Рассматривая постановки важных научно-исследовательских работ, было бы желательно рассчитать или по крайней мере

---

* Существуют и другие методы построения графических подходов к принятию решений (см., например: Танеев В. С., Поварич М. П. Синтез граф-схем алгоритмов выбора решений.— Минск: Наука и техника, 1974).— *Прим. ред.*

Вспомним пример с покупкой льготного билета из раздела 7.3.1. Там мы тоже оперировали таблицами, строки которых соответствовали тому или иному поведению отпускника, а клетки содержали оценки последствий его решений. Столбцы были обозначены как «события» — описывали фактическое состояние погоды.

Этот пример можно рассматривать и в теоретико-игровой постановке, если под одним из игроков понимать природу. Природа может проявлять себя как «солнечная» или «дождливая». В «борьбе с природой» человек хотел бы понести возможно меньшие потери, природа же в «борьбе с человеком» может увеличить его ущерб (можете не смеяться — с точки зрения теории игр такие выражения вполне корректны).

Однако вернемся к нашей числовой игре и поинтересуемся, может ли специалист в области теории игр предложить нам целесообразный способ действий — стратегию. Но и от математика не надо требовать слишком многого. Он, естественно, *не может* сказать, как следует играть, чтобы всегда выигрывать. Конечно, если бы А знал, какую цифру записал В, это было бы возможно. Тогда А всегда мог бы иметь выигрыш, равный 4:
если В записывает 1, А пишет 3;
если В записывает 2, А пишет 2;
если В записывает 3, А пишет 1.
Но такая игра не была бы честной. Прелесть нашей игры в том и состоит, что оба игрока принимают решения *независимо* друг от друга. Именно поэтому и не может математик гарантировать нам выигрыш. Однако он может подсказать, как нам вести себя, чтобы быть уверенным, что наш проигрыш минимален. А это уже кое-что. Он говорит нам: «Играйте на основе принципа минимакса».

Но что это значит?

Посмотрите на табл. 22. В верхней матрице появляется еще один дополнительный столбец, а в нижней — дополнительная строка, в которых проставлены минимальные цифры из строк или соответственно столбцов. В нашем примере это всегда отрицательные числа, то есть потери. Они говорят, что при определении линии поведения для каждого игрока мы не можем потерять более, чем указанный минимум.

Итак, если А записывает 1, то он не может потерять больше, чем 3 денежных единицы (это будет случай, когда В запишет 2). Конечно, он может и выиграть некоторую сумму (например, если В запишет 1 или 3), но он ведь этого не знает. Он только знает с уверенностью, что его потери не могут быть больше, чем 3. Если же А запишет 2 или 3, то в неблагоприятном случае он должен считаться с возможностью потери 5 единиц. Это будет тогда, когда В выберет 2 или 3. Таким образом, очевидно,

что для игрока А выгодно всегда записывать 1. При этом, конечно, он никогда не может рассчитывать на «главный выигрыш» в 6 единиц, однако он сможет избежать и «самых больших потерь» — в 5 единиц.

Таблица 22

Матрица для числовой игры с минимальными потерями

С точки зрения игрока А

	В записывает 1	В записывает 2	В записывает 3	Минимум
А записывает 1	2	-3	4	-3
А записывает 2	-3	4	-5	-5
А записывает 3	4	-5	6	-5

С точки зрения игрока В

	В записывает 1	В записывает 2	В записывает 3
А записывает 1	-2	3	-4
А записывает 2	3	-4	5
А записывает 3	-4	5	-6
Минимум	-4	-4	-6

Такой образ действий игрока А, ориентированный на «гарантированный» результат, можно найти, если в наших таблицах в столбце минимальных значений выбрать наибольшее, то есть максимум. Соответствующее поведение игрока А составляет для него *минимаксную стратегию.*

А как все это выглядит с позиции игрока В? В нижней части табл. 22 в самой нижней строке приведены минимальные значения потерь для трех возможных его поведений. Он не может потерять больше 4 единиц, если запишет 1 или 2. Если же он выберет цифру 3, то его потери в этом наблагоприятном

случае могут оказаться равными 6 денежным единицам. Следовательно, для него выбор цифры 3 неблагоприятен, ибо связан с риском более высоких потерь, чем при 1 или 2. Игрок В таким же образом, как и игрок А, может искать свою *минимаксную стратегию* (в нашем случае игрок В может выбрать как первый, так и второй столбец). Это и составляет сущность принципа, который назван в математике принципом минимакса.

Одну из двух матриц, приведенных в табл. 21 и 22, можно не писать, так как обе матрицы отличаются друг от друга только знаками, означающими выигрыш или потерю. То, что в левой части табл. 21 и соответственно в нижней части табл. 22 указано как выигрыш для игрока А (положительные числа), в правой части табл. 21 и соответственно в верхней части табл. 22 относится к потерям для игрока В (отрицательные числа). Это имеет место в случае так называемых игр с *нулевой суммой*, когда выигрыш одного игрока равен потерям второго. Поэтому здесь можно работать только с матрицей, оценивающей игру

Таблица 23

Совмещенная матрица числовой игры с указанием минимаксной стратегии

	В записывает 1	В записывает 2	В записывает 3	Минимум	
А записывает 1	2	−3	4	−3	← Максимум!
А записывает 2	−3	4	−5	−5	
А записывает 3	4	−5	6	−5	
Максимум	4	4	6		
	↓ Минимум!	↓			

с позиции игрока А. Точно так же можно найти и минимаксную стратегию для игрока В. Для этого надо только в самую нижнюю строку записать максимальные значения из столбцов и из них найти минимум, то есть действовать по сравнению с игроком А наоборот (табл. 23).

Минимаксная стратегия — очень осторожная стратегия, в известной мере это стратегия для робких (нерешительных) людей. При этом, как мы видим, заботятся не о наибольшем выигрыше, а о наименьших потерях. Вот почему этот принцип

не позволяет ответить на вопрос, что же должен записать игрок В — цифру 1 или цифру 2. Для стратегии чистого минимакса это безразлично, так как минимальные потери при таком поведении игрока В одинаковы. Впрочем, каждый здравомыслящий человек, даже не искушенный в теории, глядя на матрицу игры (правая часть табл. 21), конечно, скажет, что записать 2 выгоднее, чем 1, так как при этом шансы на выигрыш будут больше. Если же не принимать во внимание самый неблагоприятный случай (— 4), то, записав 2, он может только выиграть (3 или 5 единиц); в то время как, выбрав 1, он может еще и проиграть (2 единицы). Но об этом принцип минимакса ничего не говорит.

Что же произойдет, если оба игрока, как А, так и В, определят для себя свои минимаксные стратегии и применят их друг против друга? Игрок А будет все время записывать 1, а игрок В — все время писать 2. В результате А в каждом раунде будет терять по 3 единицы и вскоре откажется от такой бессмысленной игры или же примет решение оставить свою минимаксную стратегию и, поскольку В постоянно пишет свою двойку, также выберет цифру 2. При этом он выиграет 4 единицы. Это, естественно, не останется надолго скрытым от игрока В. Он рассмотрит свою матрицу и нанесет игроку А ощутимые потери (— 5), для чего ему нужно записать тройку. В начале реванша игрок А также выбирает 3. Теперь игрок В должен будет заплатить игроку А 6 единиц. И в таком духе эта игра может продолжаться до бесконечности. При этом, однако, возникают три новых вопроса.

1. Полностью ли утратила при этом минимаксная стратегия свое значение?

2. Что случилось бы, если бы игрок В записывал не только двойку, но поочередно (или лучше — не строго поочередно, а лишь с одинаковой в среднем частотой) то 1, то 2?

3. Существует ли вообще для А или В стратегия, которая может гарантировать выигрыши?

Постараемся ответить на эти вопросы.

1. Минимаксная стратегия не бесполезна, как это может показаться, пока противник не настаивает на стратегии, которая приносит его партнеру только потери. Выше было показано, что продолжительная игра при обоюдных минимаксных стратегиях теряет всякую привлекательность для одного из игроков. Дело в том, что при определении минимаксной стратегии ведь исходят не из того, что противник избирает какую-то *определенную* стратегию, а считаются со *всеми* возможными его реакциями. Далее предполагается так же, как в рассмотренном примере, что обе стороны не располагают никакой информацией о том, какое поведение наметил партнер. Конечно, при продолжитель-

ной игре такую информацию можно получить, если установить, какую цель преследует соперник. Но при этом отпадает условие целесообразности применения стратегии минимакса и не имеет смысла больше ею пользоваться.

2. В случае поочередной записи то 1, то 2 игрок А в среднем так же часто выигрывает, как и оказывается в проигрыше. Однако матрица игры показывает, что он проигрывает больше, чем может выиграть (+2 против −3). Потребуется только больше времени, прежде чем игрок А потеряет настроение и прекратит игру или же откажется от минимаксной стратегии («прозрение» особенно затягивается, если игрок В пойдет на хитрость: сначала много раз подряд будет писать 1 и таким образом пробудит у А надежды до того, как выигрыш А сможет не только возместить, но и превысить его потери).

3. Пока отложим этот вопрос и подумаем, что произойдет, если оба игрока, как А, так и В, с одинаковой частотой реализуют все три свои возможности (то есть в 33,333 % случаев). Ответ мы можем получить, рассматривая матрицу игры из табл. 21. Надо просто сложить числа, стоящие в девяти клетках матрицы, так как выигрыш наступает так же часто, как и проигрыш.

Если мы просуммируем числа слева, получим сумму, равную +4 для игрока А. Просуммировав числа справа, для игрока В получим сумму −4. Это означает, что такой характер игры выгоден только игроку А.

В каждой игре он выигрывает *в среднем* по 4 : 9 = 0,44 денежной единицы. (Впрочем, это будет достаточно точным только в том случае, если игра повторяется очень часто.) И наоборот, игрок В проигрывает *в среднем* в каждой игре по 0,44 денежной единицы (игра-то ведь с нулевой суммой). Теперь все стало ясно. Для игрока А из 9 клеток матрицы 5 дают выигрыш и только 4 — проигрыш. И наоборот, для игрока В существуют только 4 выигрышных клетки, в то время как остальные 5 клеток несут ему неудачу.

И вот что еще любопытно. Средний выигрыш (не учитывая потерь) для обоих игроков одинаков: если игрок А выигрывает, его выигрыш составляет в среднем 4 единицы, если выигрывает игрок В, то он выигрывает в среднем тоже 4 единицы. Как это совмещается с высказанными ранее утверждениями? Дело оказывается просто в том, что при этих стратегиях игрок А выигрывает *чаще*, чем игрок В. Это можно выразить и следующим образом: хотя средняя величина выигрыша игрока А равна средней величине выигрыша игрока В, при очень большом числе игр выигрыши и потери игроков не возрастают: для игрока А баланс положителен, а для игрока В — отрицателен. Неодинаковое число положительных и отрицательных клеток матрицы в данном случае фактически решает исход игры.

Таким образом, для игрока А мы нашли стратегию, гарантирующую ему выигрыш. К удовольствию игрока А она действует тогда, когда игрок В применяет свои три возможности без разбора. Она действует также и в том случае (даже еще лучше), когда игрок В решает все время записывать только 1 и 3 (проверьте это!). Однако она больше не действует, если игрок В насторожился и решил все время записывать 2. В этом случае игрок А проигрывает, он будет в каждой игре терять в среднем 1,33 единицы. Это, однако, снова приводит нас к проблеме взаимной информации, которая сводит к нулю все теоретические рассуждения *.

Теория игр может помочь нам при другом решении, которое мы до настоящего времени не исследовали. К сожалению, вычислительные методы слишком сложны, чтобы рассматривать их в рамках настоящей книги. (Ниже мы познакомимся с графическим методом решения на очень простом примере с 2×2 возможными вариантами.) Хотя рассмотренные стратегии не могли гарантировать равенство шансов на успех (а кто хотел бы взяться за игру, заранее зная, что его шансы на успех меньше, чем шансы партнера?), теория игр позволяет нам найти такую стратегию, при которой не страдает ни один из игроков.

Мы можем здесь лишь привести решение: оба игрока должны записывать в
25 % игр по 1, в
50 % игр по 2 и в
25 % игр по 3.

При такой игре вообще невозможно получить большие выигрыши. Если оба игрока имеют одинаковые шансы, то *в среднем* они не могут накопить большие выигрыши, но не понесут и больших потерь. Выигрыши и проигрыши для обоих игроков уравновесятся. Другими словами, от игры нельзя получить ничего, кроме удовольствия. По окончании серии таких игр сумма выигрыша у обоих игроков приблизительно или точно будет равна нулю. В процессе долгой игры в зависимости от того, как игроки будут реализовывать частоту своих решений, конечно, то игрок А, то игрок В будут понемногу выигрывать.

В качестве обещанной демонстрации простого графического способа определения оптимальной стратегии игры воспользуемся следующим примером, заимствованным у Е. С. Вентцель [19] Перед двумя игроками на столе лежат «рубашками» вверх две игральные карты, например туз и двойка. Игрок А берет одну

---

* Таким образом, теория игр может рассматриваться как одна из моделей конфликтной ситуации (см Саати Т Л. Математические модели конфликтных ситуаций — М.: Советское радио, 1977). — *Прим. ред.*

из двух карт, игрок В не должен видеть какую именно. У игрока А имеются следующие возможности: если он открыл туза, то говорит об этом партнеру и требует от него 1 руб., если же он вытянул двойку, он может а) сказать правду и заплатить противнику 1 руб. или б) солгать (сказать, что вытащил туза) и потребовать от партнера 1 руб.

Игрок В в свою очередь располагает следующими возможностями: если партнер А предлагает ему 1 руб. — берет его. Если же, напротив, от него требуют 1 руб., он может а) поверить игроку А и заплатить ему, б) не поверить игроку А и проверить его карту. Если игрок А оказался честным, то В платит А 2 руб. (расплата за сомнения в его честности!). Если же игрок А солгал, то А должен заплатить В 2 руб. (за попытку обмануть!).

На первый взгляд эта игра кажется более сложной, чем числовая. Однако это не так. Матрица игры состоит всего из двух строк «обмануть» и «играть честно» для игрока А и двух столбцов «поверить» и «не поверить» для игрока В (см. табл. 24). Надо еще пояснить, откуда взялись цифры, стоящие

Таблица 24

Матрица игры «Туз — двойка»

Игрок А	Игрок В	
	Верить	Не верить
Обмануть	1	0
Играть честно	0	$^1/_2$

в клетках этой матрицы. Вероятность открыть туза или двойку каждый раз составляет $^1/_2$ (50 %). Из этого вытекают расчеты, сведенные в табл. 25.

Для графического решения воспользуемся построением, приведенным на рис. 23. Проведем одну горизонтальную и две вертикальные оси на расстоянии друг от друга, равном 1. Левая вертикальная ось соответствует стратегии игрока А «обмануть» и обозначена AI, правая вертикальная ось — стратегии игрока А «играть честно» и обозначена AII. Теперь предположим, что игрок В решил все время верить игроку А (стратегия BI). Тогда, применяя стратегию AI, игрок А выигрывает сумму в 1 руб. Отметим это число на оси AI. Если же игрок А будет руководствоваться стратегией AII (а игрок В все еще использует стратегию BI), то его выигрыш будет равен нулю. Отметим и эту точку (на оси AII). Если игрок А не будет играть только по стратегии AI или только по стратегии AII, а

будет смешивать обе стратегии, то точка, соответствующая его выигрышу, должна оказаться на прямой, соединяющей обе отмеченные точки (прямая, идущая от левой верхней точки направо к нижней точке). Если игрок А с одинаковой частотой будет применять как стратегию AI, так и стратегию AII, то его выигрыш составит $^1/_2$ руб. (точка G_1). Рассуждая аналогично, предположим, что игрок В применяет стратегию BII, тогда если игрок А руководствуется стратегией AI, то выигрыш для В

Таблица 25

Расчет выигрышей в игре «Туз — двойка»

Клетка 1	(А говорит неправду, В верит) А открывает туза, А получает 1 руб. : $^1/_2 \cdot 1 = {}^1/_2$ руб. А открывает двойку, А получает 1 руб. : $^1/_2 \cdot 1 = {}^1/_2$ руб. Сумма: 1 руб.
Клетка 2	(А говорит неправду, В не верит) А открывает туза, А получает 2 руб. : $^1/_2 \cdot 2 = 1$ руб. А открывает двойку, А платит 2 руб. : $^1/_2 \cdot (-2) = -1$ руб. Сумма: 0 руб.
Клетка 3	(А играет честно, В верит) А открывает туза, А получает 1 руб. : $^1/_2 \cdot 1 = 1{,}2$ руб. А открывает двойку, А платит 1 руб. : $^1/_2 \cdot (-1) = 1{,}2$ руб. Сумма: 0 руб.
Клетка 4	(А играет честно, В не верит) А открывает туза, А получает 2 руб. : $^1/_2 \cdot 2 = 1$ руб. А открывает двойку, А платит 1 руб. : $^1/_2 \cdot (-1) = {}^1/_2$ руб. Сумма: $^1/_2$ руб.

равен нулю, а при стратегии AII составляет $^1/_2$ руб. Мы получаем прямую, проходящую слева снизу вверх направо. Если игрок А с одинаковой частотой использует как стратегию AI, так и AII, то его выигрыш составляет $^1/_4$ руб. (точка G_2). Игрок А не должен знать, как ведет себя игрок В в действительности. Он должен считаться с тем, что игрок В может избрать как стратегию BI, так и стратегию BII. Если А в половине игр использует стратегию AI (следовательно, так же часто он использует и стратегию AII), то он в среднем может выиграть суммы, лежащие между двумя значениями ординат G_1 и G_2, то есть между $^1/_4$ и $^1/_2$ руб. в зависимости от ответной реакции игрока В. Однако самый интересный результат этого графического представления мы получаем, двигаясь по линии минимального выигрыша. Игрок А слева от точки $G_{\text{макс}}$ не может выиграть меньше, чем

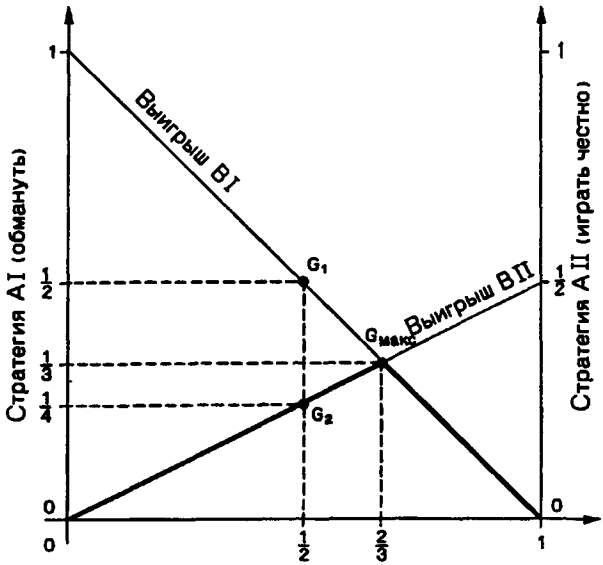


Рис. 23. Графическое решение игры «Туз—двойка».

ограничено восходящей, а справа от точки $G_{макс}$ — нисходящей прямыми (жирные линни). Таким образом, линия минимального выигрыша имеет крышеобразную форму. Ее вершина («конек») соответствует максимально возможному значению минимального выигрыша. В теории игр эта точка соответствует оптимальной стратегии. Мы видим, что ее абсцисса равна $^2/_3$. Это означает, что, если игрок А в 33,33 % всех игр будет говорить неправду, а в 66,66 % будет честным, ему в среднем гарантирован выигрыш в $^1/_3$ руб. независимо от того, каким будет поведение игрока В. В этих обстоятельствах игроку В такую игру не посоветуешь; с самого начала он обречен на проигрыш (поскольку согласно матрице игры в длинном ряду игр он все равно не может выиграть, то должен был бы по крайней мере достигнуть нулевого равновесия). Естественно, можно провести такой анализ и с позиции игрока В. При этом мы обнаружим, что его «оптимальная» стратегия состоит в том, чтобы в 33,33 % игр верить своему партнеру, а в остальных 66,66 % — не верить. Для игрока В слово «оптимальная» должно, однако, звучать почти насмешкой, так как для него «лучшая» игра заключается в том, чтобы в среднем проиграть только $^1/_3$ руб., а не бо́льшую сумму.

Как обстояло бы дело, если бы наши игроки играли не задумываясь, то есть использовали бы обе свои возможности прибли-

зительно с одинаковой частотой? Считаем так же, как и при числовой игре. Поскольку все 4 клетки матрицы игры — все 4 возможности — реализуются с одинаковой частотой, мы должны сложить находящиеся в них числа и разделнть на 4. В результате оказывается, что средний выигрыш игрока А составит в этом случае $^3/_8$ руб., а игрок В в среднем потеряет столько же. Стало быть, при таком образе действий игрок А выиграет еще больше, а игрок В соответственно еще больше проиграет ($^3/_8 > {}^1/_3$). Теперь, имея в виду полученный результат, можно предположить, что для игрока А стратегия 50 : 50 оказывается лучше «оптимальной», следовательно, что-то здесь не в порядке. Дело просто заключается в том, что оптимальная стратегия для А была установлена *независимо* от ответных реакций игрока В.

Избрав стратегию 50 : 50, игрок А в среднем выиграет $^3/_8$ руб. только в том случае, если игрок В также будет последовательно проводить стратегию 50 : 50. Если же игрок В заметит, что его партнер почти в половине случаев обманывает его и только в половине случаев говорит правду, он, конечно, никогда не будет ему верить и всегда будет проверять, то есть действовать в соответствии со стратегией BII. Что же получится в результате? Игрок А выиграет только $^1/_2 : 2 = {}^1/_4$ руб., в то время как игрок В потеряет только эти 25 коп. Впрочем, это же минимаксные стратегии! Дорисуйте мысленно в табл. 24 дополнительные строку и столбец, в которые запишите максимальные значения столбца (они появятся в дополнительной строке) и минимальные числа строки (они появятся в дополнительном столбце). Нет необходимости определять наибольшее значение *минимума* — обе величины равны нулю.

Что же касается наименьшего значения максимума, то оно равно $^1/_2$. Таким образом, минимаксная стратегия для игрока А состоит в том, что он поочередно избирает оба решения, а для игрока В — в том, что он постоянно придерживается стратегии BII.

Тогда можно отметить, что игрок А никогда не может проиграть больше 0 (то есть не проигрывает ничего) и что игрок В никогда не может проиграть больше $^1/_2$ руб.

«Позвольте,— воскликнет читатель,— только что вы сказали, что при таком поведении игрок А выигрывает в среднем $^1/_4$ руб., а игрок В в среднем теряет именно такую сумму! Как же это объяснить?»

Теоретико-игровое положение о прниципе минимакса относится к минимально возможным потерям, которые могут возникать при самой неблагоприятной реакции партнера. При этом вовсе не говорится о том, что при продолжительной игре он не может добиться значительно лучших результатов. *Средний выигрыш* в $^1/_4$ руб. А получает только в том случае, когда

он с одинаковой частотой использует свои оба возможных образа действий, а игрок В будет все время придерживаться стратегии BII (то есть больше не верить своему партнеру). Но и при этом игрок В может рассчитывать, что его потери не превысят $^1/_4$ руб., если только партнеры сыграют очень много игр. Само собой разумеется, когда игрок А поймет, что партнер ему все время не верит (а кто же этого не заметит?), не будет же он настолько глуп, чтобы продолжать оперировать обеими стратегиями. Он превратится тогда в «честного человека» и будет изымать из имущества своего партнера за каждую игру по 50 коп. Не правда ли, «странная мораль у этой истории»!

Средний выигрыш в $^1/_4$ руб., который А получает, применяя стратегии AI и AII попеременно с одинаковой частотой, если В играет, используя стратегию BII, мы уже отметили на рис. 23 (точка G_2). На том же рисунке мы можем убедиться, что средний выигрыш для А составит $^3/_8$ руб., если оба игрока будут играть без разбора, то есть каждый из них будет с одинаковой частотой переходить от одной возможной стратегии к другой. В этом случае нам надо составить среднее арифметическое из чисел G_1 и G_2 : $(^1/_2 + {}^1/_4)$ руб. : $2 = {}^3/_8$ руб.

7.3.3. Сетевой план решения

В этом разделе, посвященном стохастическим методам решения, мы рассмотрим еще один, третий, метод, который тоже является графическим (точнее графоаналитическим), а именно сетевой график. Сетевой график представляет собой графическое изображение процесса реализации какого-либо планируемого мероприятия. Лучше всего уяснить его суть, как и прежде, на небольшом примере.

Господин Шульце задумал поменять квартиру. Его мотивы для нас несущественны. Жилищная комиссия предприятия, где он работает, предложила ему переехать в район новой застройки. После осмотра квартиры он это предложение принял. У господина Шульце ни дня не проходит без плана. Обдумывает он и работы, с которыми связан намечаемый переезд, и составляет список необходимых дел. Они перечислены в табл. 26. Господин Шульце пронумеровал предстоящие дела, оценил затраты времени и записал, от чего зависит наступление того или иного события. Вообще говоря, господин Шульце мог бы удовлетворнться этим списком, просуммировав временные затраты и, наконец, разметив даты по календарю. Однако он испытывает особое пристрастие к графическим представлениям и приступает к наброску сетевого графика, который изображен на рис. 24. Для каждого события господин Шульце рисует прямоугольник и соединяет все прямо-

Рис. 24. Упрощенный сетевой план переезда на новую квартиру.

Таблица 26

Список дел, связанных с переездом на новую квартиру

№ события	Событие	Предполагаемые затраты времени	Зависимость от
1	Выяснение объема необходмых работ по оборудованию новой квартиры	1 день	—
2	Заказ транспорта для перевозки мебели и вещей	1 день	№ 1
3	Оборудование и ремонт новой квартиры	30 дней	№ 1
4	Освобождение старой квартиры	5 дней	№ 3
5	Собственно переезд	1 день	№ 2, 3, 4
6	Расстановка мебели и распаковка вещей в новой квартнре	15 дней	№ 5
7	Прописка	1 день	№ 5
8	Извещенне родных и знакомых о переезде	3 дня	№ 5

угольники между собой стрелками в соответствии с зависимостями, представленными в правом столбце его списка. Сетевой план ограничивают обозначения начала работ и достижения цели. Временны́е затраты записывают под соответствующим прямоугольником. Сравнив этот план со списком, мы обнаружим, что в одной позиции они не согласуются: в соответствии со списком

собственно переезд (событие 5) зависит от окончания ремонтных работ в новой квартире (событие 3). Кажется, что на плане мы забыли одну стрелку. Однако это не так. Господин Шульце должен отремонтировать новую квартиру и освободить старую так, чтобы оба этих события произошли последовательно одно за другим. Значит, стрелка от события 3 к событию 5 была бы излишней (то есть ни о чем не говорила бы). Из сетевого плана выясняется, что общая продолжительность всего мероприятия получается не просто как сумма дней, указанных в списке, так как некоторые работы могут выполняться параллельно (события 2, 7, 8). Не надо доказывать, что на сетевом плане такого рода общая продолжительность определяется самой длинной цепочкой, составленной из «последовательно включенных» событий. В нашем примере эта цепочка — работы 1, 3, 4, 5 и 6. Специалисты называют ее *критическим путем*. Если на таком критическом пути просуммировать временные затраты, то окажется, что общая продолжительность составляет 52 дня, то есть неполные 2 месяца. (Сумма отдельных работ, предусмотренных сетевым планом, однако, составляет 57 дней. Это значение надо учитывать только при расчете *трудовых затрат.)*

Теперь вы имеете представление о том, что такое сетевой план, и мы можем двинуться дальше.

В отличие от ситуации с переездом на новую квартиру существует множество мероприятий, которые не позволяют точно предусмотреть, как они будут протекать во времени. Часто в пример приводят организацию научно-исследовательских работ [20, 21, 22]. Даже человек далекий от науки понимает, что при исследовании незнакомых объектов и явлений, при разработке новых приборов и установок или при выявлении скрытых причин и зависимостей приходится считаться с неожиданностями, которые могут опрокинуть весь ход запланированной работы. Может случиться, что предложенный в начале исследования путь решения какой-либо проблемы окажется негодным или же, наоборот, новые, ранее не предусмотренные возможности решения появятся только в ходе работы. Это давало основания для вывода (впрочем, поспешного), будто при планировании научно-исследовательских работ применять метод сетевого планирования бессмысленно. Однако в наше время и в научно-исследовательской деятельности нельзя отказаться от планомерной работы.

В этой области также справедливо, перефразируя известную пословицу, утверждать: «Хороший план полдела стоит»!

Рассмотрим, например, такую работу, как исследование физических процессов при дуговой электросварке. Полагаем, что она должна выполняться следующим образом: около 4 недель потребуется на интенсивное изучение состояния вопроса — чтение специальной литературы, ознакомление с результатами, по-

лученными другими исследовательскими учреждениями как в своей стране, так и за рубежом. Затем следует собственно научно-исследовательская работа, которая должна протекать по двум направлениям параллельно. Одно направление связано с проведением и оценкой экспериментов. Другое — с теоретическим решением проблемы.

Для первого направления надо сначала составить план подлежащих выполнению экспериментов, на что предусматривается, скажем, одна неделя. После этого начинаются сами опыты (их продолжительность 3 недели), которые сразу по завершении надо обработать (продолжительность 8 недель). Цель исследования — разработка модели процесса. Однако по опыту известно, что вероятность получить сразу (с первой попытки) положительный результат составляет примерно 60 %. С вероятностью 20 % придется повторить некоторые эксперименты или провести новые и снова их обработать, прежде чем результаты станут достаточными. В оставшихся 20 % случаев надо считаться с возможностью того, что все эти усилия окажутся напрасными и поставленная цель не будет достигнута. К успешному завершению научно-исследовательской работы относится также защита результатов. На подготовку к защите потребуется одна неделя.

Теоретические исследования, проходящие параллельно, потребуют около 16 недель. Вероятность того, что они увенчаются успехом, можно считать равной 70 %. На долю неудачи приходится 30 %. Безрезультатный итог научно-исследовательской работы нуждается в тщательном обосновании. Для этого потребуется 2 недели. При планировании научно-исследовательской работы, кроме оценки потребного времени, надо учитывать и денежные затраты. В табл. 27 перечислены планируемые события, необходимые для их проведения расходы и взаимные зависимости.

Важнейшие вопросы, интересующие исполнителя научно-исследовательской работы (как и руководителя научно-исследовательского учреждения), которые играют определяющую роль при принятии решения о ее постановке, это прежде всего:

1. Как оценивается вероятность успешного результата работы? Каков процент риска (вероятность неуспеха)?

2. Сколько времени заложить в план при удачном завершении работы? Сколько времени будет потрачено, если все попытки окажутся безрезультатными?

3. Сколько денег надо ассигновать при положительном исходе работы? Какими могут оказаться расходы при отрицательном?

На эти вопросы ответить не так-то просто, поскольку весь процесс выполнения работы нельзя задать жестко — частично он зависит от результатов некоторых промежуточных этапов. Только при особо благоприятных обстоятельствах может слу-

читься, что в экспериментальной части исследования поставленная цель будет достигнута сразу же без всякого повторения опытов. Однако может встретиться и неблагоприятный случай, который, несмотря на повторение опытов, несмотря на интенсивные

Таблица 27

События, планируемые при выполнении научно-исследовательской работы

№ события	Событие	Предполагаемая продолжительность в неделях	Предполагаемая стоимость в тыс. руб.	Зависимость от
1	Изучение состояния вопроса	4	4	
2	Планирование экспериментальных работ	1	1	№ 1
3	Проведение экспериментов	3	10	№ 2 (5)
4	Обработка и интерпретация результатов экспериментов	8	12	№ 3
5	Разработка нового плана проведения экспериментов	1	1	№ 4
6	Теоретические исследования	16	20	№ 1
7	Защита результатов НИР	1	1	№ 4 или № 6, или оба
8	Обоснование неуспеха	2	2	№ 4, № 6

теоретические изыскания, приведет к срыву всей работы. Возможны также и исходы, лежащие между этими двумя предельными случаями. В зависимости от характера протекания работа может потребовать различных затрат времени и денежных средств. Чтобы составить наглядное представление об этих различных событиях, набросаем сетевой план. Однако этот план будет выглядеть иначе, чем сетевой план переезда на новую квартиру, так как он будет содержать несколько вариантов выполнения работы.

Для начала введем ряд новых обозначений. В сетевом плане переезда на новую квартиру для каждого события мы рисовали небольшой прямоугольник. В сетевом плане для принятия решений уже по виду применяемых для обозначения того или иного события обозначений должно быть ясно, с чем связано разветвле-

ние плана — с естественным продолжением графика намеченных работ или с условным разветвлением, зависящим от исходов этих работ. Первый случай мы назовем *детерминированным* выходом, а второй — *вероятностным*. Еще надо принять во внимание случай, когда две или более стрелки ведут к одному событию. В обычном сетевом плане (как при переезде на новую квартиру) все предшествующие работы должны быть закончены прежде, чем может начаться следующая. В случае же сетевого плана для принятия решений, где мы оперируем вероятностными законами, приходится учитывать три различных варианта связи между событиями: конъюнктивную, альтернативную и дизъюнктивную (табл. 28).

Таблица 28

Виды связей в сетевом плане для принятия решений

1 Конъюнктивная связь (логическое «И»)	Все предшествующие события, указанные приходящей стрелкой, должны произойти прежде, чем сможет начаться данная работа (как в обычном сетевом плане)
2 Альтернативная связь (логическая функция: включающее «ИЛИ»)	Каждая подходящая к тому или иному событию стрелка (обозначающая наступление одного-единственного события в прошлом) может вызвать начало работы. Таким образом, работа начинается сразу же после завершения любой из предыдущих
3 Дизъюнктивная связь (логическая функция исключающее «ИЛИ»)	Каждая стрелка, подходящая к тому или иному прямоугольнику, может вызвать начало работы. Однако в отличие от альтернативной связи, работы, связанные с ходом всего исследования, не независимы друг от друга, а взаимно исключают одна другую. Поэтому параллельное выполнение работ невозможно, а следовательно, невозможно и прохождение стартового сигнала к последующей работе по нескольким путям

Для комбинации двух различных выходов и трех возможных видов связи на входе мы получаем 6 условных обозначений событий, изображенных на рис. 25. С помощью этих символов мы можем изобразить ясный сетевой план для принятия решений, отражающий описанные варианты выполнения работы. Такой план представлен на рис. 26.

Числа, стоящие над знаками, обозначающими вид события, соответствуют номеру в таблице 27. Соответствующие временные и денежные затраты проставлены под обозначениями. События

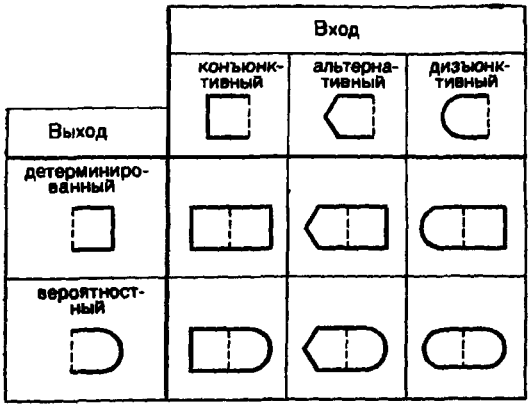


Рис. 25. Условные обозначения операций в сетевом плане для принятия решений.

1, 2, 5, 8 ограничены как на входе, так и на выходе вертикальными прямыми — это такие события, как и в обычном сетевом плане. Разветвление после события 1 детерминировано, поскольку оба пути обязательны. После событий 2 и 5 разветвления отсутствуют, а на прямоугольнике 8 все предшествующие события (4 и 6) замыкаются, если, конечно, результат работы не отрицательный, то есть проблема решена. Пока исследования продолжают-

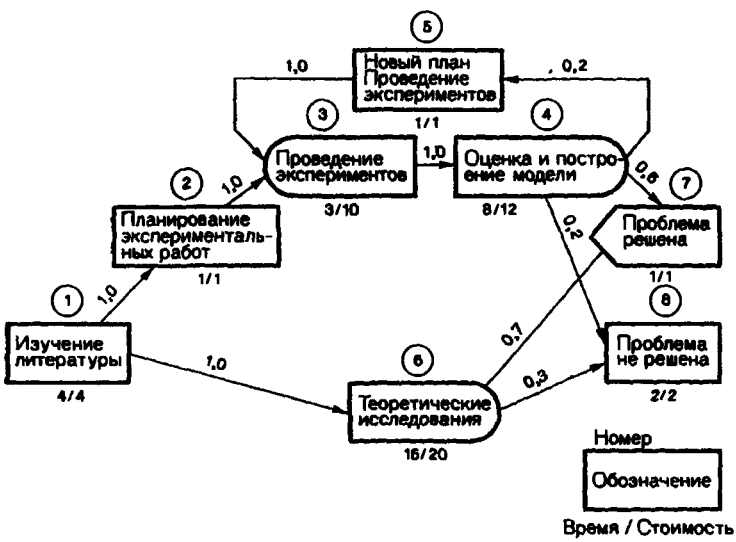


Рис. 26. Сетевой план для принятия решений при постановке научно-исследовательской работы.

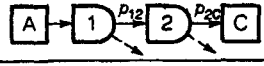
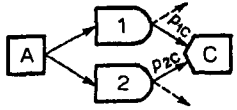
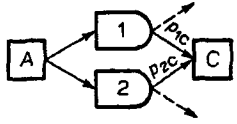
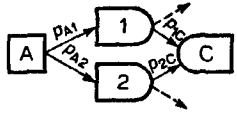
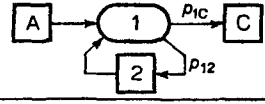
ся, работу нельзя считать бесперспективной. У события 3 мы имеем дизъюнктивный вход, так как эксперименты будут проводиться либо по первоначальному плану (2), либо в соответствии с новым планом (5). Параллельное прохождение обеих стрелок исключено. Однако выход события 3 детерминирован, так как за ним обязательно должна следовать оценка результатов, то есть событие 4. По этой же причине детерминирован вход события 4. Выход же события 4, напротив, вероятностный, поскольку в зависимости от результатов обработки экспериментов могут иметь место три возможных продолжения. Точно такой же вероятностный выход мы встречаем у события 6, правда, здесь возможны лишь два продолжения. Обозначение 7 указывает на альтернативную связь, так как решение проблемы может быть найдено двумя путями (см. 4 и 6). Достаточно получить одно из этих решений — любое, которое по времени окажется первым,— чтобы считать, что задание на научно-исследовательскую работу успешно выполнено, следовательно, здесь надо применить символ «включающее „ИЛИ"». Числа, стоящие над стрелками,— вероятности того, что события будут развиваться по соответствующему пути. Теперь мы можем приступить к ответу на три поставленных вначале вопроса, касающиеся выхода планируемой научно-исследовательской работы, а также необходимых временных и денежных затрат на ее проведение.

Для количественной оценки в случаях разветвления после какого-либо события и при нескольких путях подхода к одному какому-либо событию надо воспользоваться правилами вероятностных расчетов (на детерминированных участках от события 1 к событию 2 или 6 расчеты ведутся, как и в случае обычного сетевого плана). Основные расчетные зависимости приведены в табл. 29. Рассматриваются 5 ситуаций, встречающихся в сетевом плане для принятия решений: последовательное соединение, конъюнктивное, альтернативное и дизъюнктивное параллельное соединение, а также простая обратная связь.

Правила, приведенные в табл. 29, относятся к так называемым *эквивалентным* схемам или *схемам замещения*. Как следует из схем, изображенных в табл. 29, речь идет о способах соединения между собой событий 1 и 2, включенных между событиями A и C. Вместо событий 1 и 2 вводится замещающий их эквивалентный элемент B, также включенный между A и C. Он обобщает события 1 и 2. Для него можно определить временные затраты D_B и денежные затраты K_B. Формулы для вычисления этих затрат приведены в последних двух столбцах. Вероятность того, что путь B—C будет действительно реализован, можно рассчитать по формулам, приведенным в третьем столбце (расчет вероятности p_{BC}). Попробуем с помощью этих зависимостей проанализировать сетевой план на рис. 26. Рассмотрим сначала оптимистичес-

Таблица 29

Расчетные зависимости для сетевого плана принятия решений

Вид соединений	Схематическое обозначение	Эквивалентный блок B		
		Вероятность	Временные затраты	Денежные затраты
Последовательное		$p_{BC} = p_{12} \cdot p_{2C}$	$D_B = D_1 + D_2$	$K_B = K_1 + K_2$
Конъюнктивное параллельное		$p_{BC} = p_{1C} \cdot p_{2C}$	$D_B = \text{макс}[D_1; D_2]$	$K_B = K_1 + K_2$
Альтернативное параллельное		$p_{BC} = p_{1C} + p_{2C} - p_{1C} \cdot p_{2C}$	$D_B = \frac{1}{p_{BC}} \{p_{1C} \cdot D_1 + p_{2C} \cdot D_2 + p_{1C} \cdot p_{2C} [\text{мин}(D_1; D_2) - D_1 - D_2]\}$	$K_B = K_1 + K_2$
Дизъюнктивное параллельное		$p_{BC} = p_{A1} \cdot p_{1C} + p_{A2} \cdot p_{2C}$	$D_B = \frac{1}{p_{BC}} (p_{A1} \cdot p_{1C} \cdot D_1 + p_{A2} \cdot p_{2C} \cdot D_2)$	$K_B = \frac{1}{p_{BC}} (p_{A1} \cdot p_{C1} \cdot K_1 + p_{A2} \cdot p_{2C} \cdot K_2)$
Простое обратное (обратная связь)		$p_{BC} = \frac{p_{1C}}{1 - p_{12}}$	$D_B = \frac{D_1 + p_{12} \cdot D_2}{1 - p_{12}}$	$K_B = \frac{K_1 + p_{12} \cdot K_2}{1 - p_{12}}$

кий вариант — случай, когда научно-исследовательская работа заканчивается успешно, то есть событие 8 и две ведущие к нему стрелки не принимаем во внимание. Одновременно упростим обратную связь, будем рассматривать события 3, 4 и 5 вместе, заменив их одним эквивалентным элементом. Для этой цели воспользуемся формулами, приведенными в табл. 29 для случая простой обратной связи. Однако этот случай не вполне соответствует ситуации в нашем сетевом плане. Впрочем, можно без особых опасений объединить события 3 и 4, поскольку связь между ними имеет детерминированный характер. Из событий 3 и 4 мы образуем эквивалентное событие, которое продолжается $3+8=11$ недель и требует для реализации $10+12=22$ тыс. руб. затрат. Это эквивалентное событие на схеме в табл. 29 в графе, относящейся к простой обратной связи, изображается звеном 1, а событие 5 сетевого плана представлено звеном 2. Теперь мы можем изобразить эквивалентный элемент (обозначим его в нашем примере номером 345, так как он замещает операции 3, 4 и 5). Получим схему, изображенную в верхней части рис. 27. Этот редуцированный (упрощенный) сетевой план описывает ход выполнения работы в том случае, если она завершится успешно и проблема будет решена (случай I). Расчеты с его помощью выполняются следующим образом.

Вероятность того, что эквивалентный элемент 345 приведет к решению проблемы, вычисляется по формуле для простой обратной связи:

$$p_{345/7}=\frac{0{,}6}{1-0{,}2}=0{,}75\ (75\ \%).$$

(Это число в верхней части рис. 27 помещено над стрелкой, ведущей от эквивалентного элемента 345 к событию 7. Использованные в этом расчете вероятности 0,6 и 0,2 взяты из рис. 26, с выхода события 4.)

Точно так же по формулам для обратной связи можно вычислить временные и денежные затраты, соответствующие эквивалентному звену 345:

$$D_{345}=\frac{11+0{,}2\cdot 1}{1-0{,}2}=14\ \text{недель},$$

$$K_{345}=\frac{22+0{,}2\cdot 1}{1-0{,}2}=27{,}8\ \text{тыс. руб.}$$

Оба числа проставлены под изображением эквивалентного звена 345 в верхней части рис. 27.

На следующем шаге обратимся к формулам для альтернативного параллельного соединения на входе события 7 (проблема решена). Для этого надо объединить события 345 (эквива-

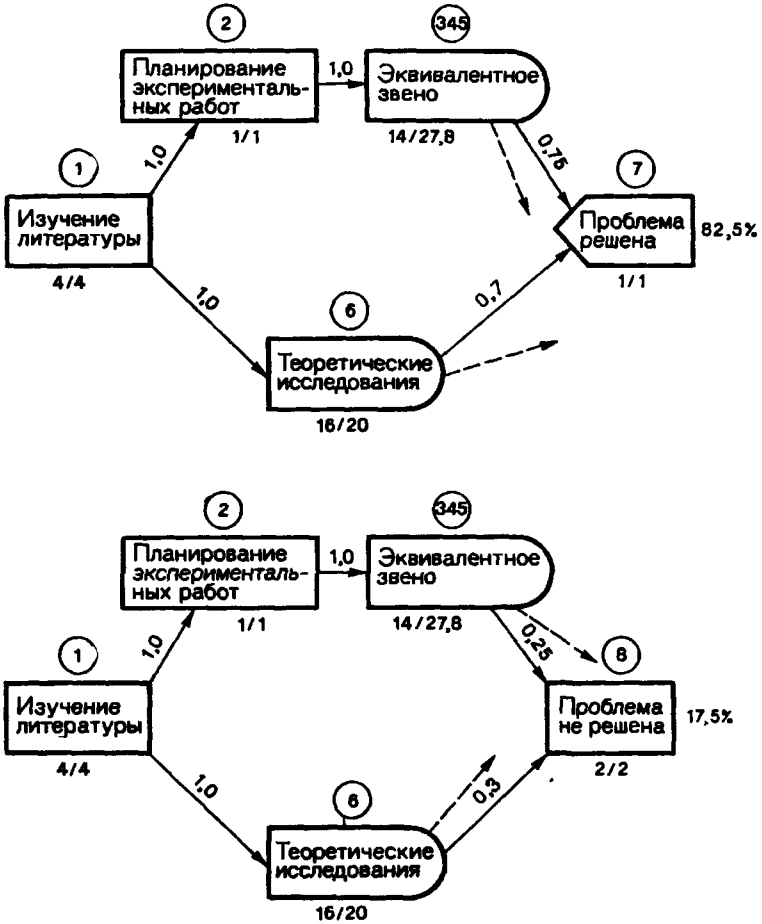


Рис 27 Редуцированные (упрощенные) сетевые планы.

лентное событие) и 6 (теоретические исследования) в один новый эквивалентный элемент, который мы обозначим 3456.

Вероятность достижения конечного пункта 7 будет

$$p_{3456/7}=0{,}75+0{,}3-0{,}75\cdot 0{,}3=0{,}825\ (82{,}5\ \%).$$

Временные затраты для эквивалентного события 3456 составят

$$D_{3456}=\frac{1}{0{,}825}[0{,}75\cdot 14+0{,}3\cdot 16+0{,}75\cdot 0{,}3$$
$$(14-14-16)]=14{,}2 \text{ недели}.$$

Денежные затраты на его осуществление потребуются в размере

$$K_{3456}=27{,}8+20=47{,}8 \text{ тыс. руб.}$$

Прибавив к D_{3456} временные затраты на достижение событий 1, 2 и 7, получим общее время, требуемое на выполнение научно-исследовательской работы для случая ее благоприятного исхода — решения поставленной задачи (случай I):

$$D_1=14{,}2+4+1+1=20{,}2 \text{ недели.}$$

Аналогичным образом определяются и необходимые денежные затраты в этом благоприятном случае:

$$K_1=47{,}8+4+1+1=53{,}8 \text{ тыс. руб.}$$

Следовательно, мы можем дать ответ на первую часть поставленного вопроса: вероятность того, что планируемая научно-исследовательская работа закончится успешно, составляет 82,5 %. В этом случае на ее выполнение потребуется 20,2 недели, а денежные затраты составят 53,8 тыс. руб

Теперь надо оценить неблагоприятный вариант (проблема не решена). При этом мы не рассматриваем звено 7 и обе ведущие к нему стрелки. Как и прежде, мы объединяем события 3, 4 и 5 в эквивалентное событие 345. При этом мы получаем сетевой план, представленный в нижней части рис. 27.

Временные и денежные затраты, соответствующие эквивалентному событию 345, мы уже определили. Они остаются такими же. Что же касается вероятности того, что выход события 345 приведет к отрицательному результату, то ее надо определить по формуле для обратной связи:

$$p_{345/8}=\frac{0{,}2}{1-0{,}2}=0{,}25 \ (25\ \%).$$

(Вероятность 0,2 в числителе этой дроби взята из рис. 26, где она стоит над стрелкой, ведущей от события 4 к событию 8.) Вероятность 0,2 в знаменателе дроби проставлена на рис. 26 над стрелкой, ведущей от события 4 к событию 5. Результат 0,25 проставлен над стрелкой, идущей от эквивалентного события 345 к событию 8 (нижняя часть рис. 27). Для расчета показателей, относящихся к новому эквивалентному событию 3456, замещающему событие 345 и событие 6, надо воспользоваться формулами для конъюнктивного параллельного соединения.

Вероятность прихода в конечный пункт 8 будет

$$p_{345/8}=0{,}25\cdot 0{,}7=0{,}175 \ (17{,}5\ \%).$$

Временные затраты для эквивалентного события 3456

$$D_{3456}=16 \text{ недель.}$$

Денежные расходы на получение этого результата составят

$$K_{3456}=27{,}8+20=47{,}8 \text{ тыс. руб.}$$

Чтобы получить суммарные временные и денежные затраты для неудачного исхода планируемой работы (случай II), к этим цифрам надо, как и прежде, прибавить соответствующие значения, относящиеся к событиям 1, 2 и 8:

$$D_{II}=16+4+1+2=23 \text{ недели,}$$

$$K_{II}=47{,}8+4+1+2=54{,}8 \text{ тыс. руб.}$$

Итак, мы в состоянии ответить и на вторую часть поставленного вопроса: вероятность неудачного исхода планируемой научно-исследовательской работы составляет 17,5 %. В этом случае будет затрачено 23 недели и израсходовано 54,8 тыс. руб. Эти результаты позволяют лицу, ответственному за научно-исследовательскую работу, оценивать проблематику исследований гораздо более точно и помогают ему принимать объективные обоснованные решения.

7.4. РЕШАЮЩИЕ ТАБЛИЦЫ

Теперь пришло время вспомнить данное во введении обещание и подробнее осветить метод решения, который мы использовали в начале нашей книги,— метод решающих таблиц [23]. (Не путайте этот метод с оценочными таблицами из 7.2.2.)

Не без оснований этот метод рассматривается последним, но вовсе не потому, что он ничего не стоит, а вследствие того, что он отличается от рассмотренных ранее способов принятия решения по самой сути. Строго говоря, техника, основанная на применении решающих таблиц, вовсе не представляет собой метода принятия решения. Почему? Да потому, что, для того чтобы составить решающую таблицу, надо уже принять то или иное решение. В решающей таблице представлено отношение типа ЕСЛИ—ТО («импликация»): «*Если* какое-либо дело или ситуация обстоит так-то и так-то, *то* решение должно быть таким-то и таким-то». Короче говоря: решения уже предварительно подготовлены и запрограммированы (вспомните «решения» светофора и кибернетической мыши). Тем не менее было бы, конечно, неправильно исключать технику, основанную на применении решающих таблиц, из круга методов принятия решения.

Мы будем различать 3 случая:

а) мы сами подготовили представленные в таблице решения и составили решающую таблицу;

б) отдельные решения, содержащиеся в таблице, получены не нами, но мы привели их к требуемому виду;

в) мы должны принимать решение с помощью таблицы, которую нам предложили.

В первом случае процесс выбора решения протекает в два этапа. Сначала с помощью других методов надо найти отдельные решения, а затем свести их в табличную форму. Поскольку другие методы нахождения решения мы уже рассмотрели, нас будет интересовать только второй шаг. Можно рассматривать его как случай (б). Примеры, приведенные в настоящем разделе, относятся и к таким ситуациям.

Третий случай мы исключим, так как решающая таблица при этом превращается в указание (предписание, закон, направляющую линию, установку и т. д.). (Во избежание превратных толкований в отношении нашего предисловия следует сказать: то, что приводится там в таблице, это вовсе не указания, которым должен следовать читатель, а просто советы и *пожелания* автора для того, чтобы читатель мог прийти к тому или иному решению, когда он возьмет в руки эту книгу.)

Мы, следовательно, исходим из того, что уже получены отдельные решения, которые должны быть перенесены в такого рода таблицу, чтобы в будущем быстрее и надежнее находить решения аналогичных проблем или чтобы другие люди принимали решения не как им вздумается, а в соответствии с предписаниями настоящей таблицы. Мы бы недооценили возможности этого метода, если бы рассматривали его только как наглядную иллюстрацию.

Существенное достоинство метода состоит в том, что он охватывает всю область *рассматриваемой проблемы,* целую *группу ситуаций,* в которых предстоит принимать решения. Кроме того, этот метод позволяет наглядно проверять полноту представленных в таблице рекомендаций. Рассмотрим подробнее структуру и применение этой таблицы.

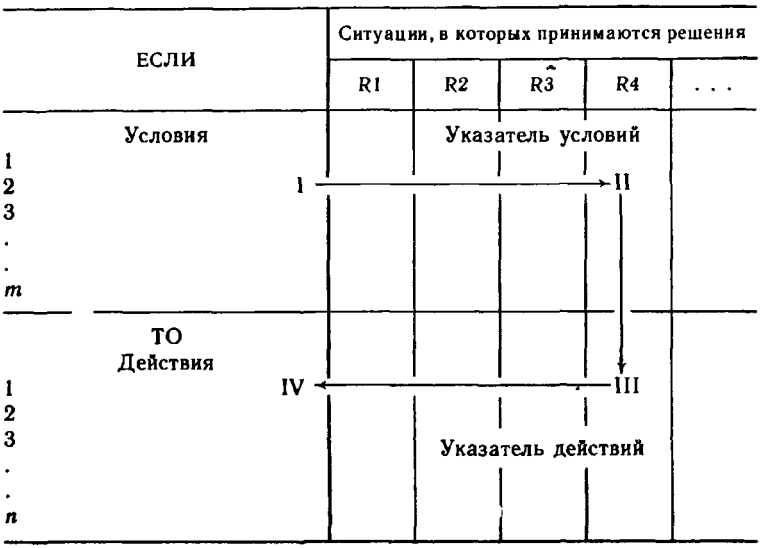
Решающая таблица, как это видно из табл. 30, которая помещена на следующей странице, состоит из четырех полей, а именно:

слева вверху — условия решений;
справа вверху — указатель условий (здесь отмечается, какие из условий выполняются, а какие — нет);
слева внизу — действия (мероприятия), которые следует принимать в расчет;
справа внизу — указатель действий (здесь отмечается, какие мероприятия следует провести).

Правая часть разделена на отдельные столбцы, которые обычно обозначаются как *правила* (R), а иногда (см. предисловие) — как *случаи*. Мы можем их отождествить с различными *ситуациями, в которых принимается решение*. Из пересечения строк, соответствующих различным условиям, и столбцов различных правил образуются клетки, в которые мы можем записать три различных знака: Д («да») — условие выполняется; Н («нет») — условие не выполняется; — (прочерк) — не имеет значения, выполняется ли данное условие или нет. Аналогично образуются клетки в поле указателя действий справа внизу. В этих

Таблица 30

Структура решающей таблицы



клетках мы будем ставить крестик (×), если соответствующее мероприятие необходимо провести. В противном случае в клетке ничего не ставится. (В решающей таблице «Вместо предисловия» вид таблицы был несколько упрощен, поскольку она должна была быть понятна без пояснений.)

Этой информации достаточно для того, чтобы читать и понимать решающую таблицу. Поясним применение решающей таблицы на примере анекдотического случая из жизни писателя Вилли Бределя [24].

Дело происходило в 1960 г. Вилли Бределя пригласили на беседу с читателями в один сельский клуб. Писатель ответил, что согласен, но при условии, что

1) если на беседу придут 10 человек, ему должны заплатить гонорар в сумме 100 марок,

2) если придут 30 человек — гонорар должен составить 50 марок,

3) если придут 70 человек — не требуется никакого гонорара;

4) за каждого читателя сверх 70 человек Вилли Бредель обязался внести в кассу библиотеки 1 марку.

Эту ситуацию не трудно представить в виде решающей таблицы. Взгляните на табл. 31. Сначала надо оговорить условия. Они соответствуют числу посетителей. Вообще говоря, для нашей цели Вилли Бредель выразился недостаточно точно. В действительности возникают два вопроса:

Таблица 31

Решающая таблица «Беседа писателя»

ЕСЛИ	R1	R2	R3	R4
$n<10$	Д	Н	Н	Н
$10\leqslant n<30$	Н	Д	Н	Н
$30\leqslant n<70$	Н	Н	Д	Н
$n\geqslant 70$	Н	Н	Н	Д
ТО никаких действий	×			
уплатить гонорар в сумме 100 марок		×		
уплатить гонорар в сумме 50 марок			×	
получить $(n-70)$ марок				×

1) что делать, если посетителей окажется меньше 10?

2) какие действия предусмотрены, если число посетителей будет между 10 и 30 или между 30 и 70?

Ответ на (1) вопрос нам неизвестен. Оставим его открытым. Во втором случае будем поступать, как если бы Бредель сопроводил свои цифровые данные словами «не менее». При этом в левой верхней части табл. 31 мы записываем четыре названных условия (n — число посетителей). В этом примере отдельные условия взаимно несовместимы, то есть из четырех условий может выполняться только какое-нибудь одно. Итак, в правой части таблицы образуются только четыре столбца: столбцы от R1 до R4. (В каких-нибудь других примерах могут появиться условия, связанные между собой; в таком случае число правил не будет совпадать с числом условий.) В поле указателя условий справа

вверху в клетках, расположенных по главной диагонали, размещаются символы Д, все остальные клетки помечены буквой Н. В рассматриваемом примере и не может быть иначе. В левом нижнем поле мы находим пожелания писателя относительно гонорара, его готовность заплатить определенную сумму при $n > 70$, а также случай, исключенный из решения (см. условие 1). Крестики в правой нижней части таблицы также располагаются в клетках по главной диагонали. Они указывают действия, которые должен предпринять сельский клуб в зависимости от числа посетителей беседы.

Таблица 32

Расширенная решающая таблица «Беседа писателя»

ЕСЛИ	R1	R2	R3	R4
число участников	<10	10 ...29	30...69	$\geqslant 70$
ТО				
никаких действий	×			
уплатить гонорар в сумме 100 марок		×		
уплатить гонорар в сумме 50 марок			×	
получить $(n-70)$ марок				×

Таким образом, мы перемещаемся по решающей таблице в следующем направлении:

Условия (слева вверху) → Указатель условий (справа вверху) → Указатель действий (справа внизу) → Действия (слева внизу)

Направление движения указано в табл. 30 линиями со стрелками.

Конечно, в этом примере можно было бы опустить как условие 1, так и мероприятие 1, так как этот случай не совсем ясен. Однако этим мы хотим подчеркнуть, что представление в виде решающих таблиц позволяет выявить слабые места и недостатки словесных определений.

Решающая таблица в виде, представленном табл. 31, называется *простой* решающей таблицей, так как записи в указателе условий имеют «простой» характер (Д, Н, —). Различают также *расширенные* решающие таблицы, в которых записи в указателе условий могут быть произвольного вида, например числа или какие-нибудь числовые интервалы. Достоинство таких таблиц в том, что поле условий при этом может быть сжато по объему и вся таблица становится похожей на обычные формы представления. Недостаток же их — то, что труднее проверить полноту правил (ситуаций), представленных в таблице; кроме того, с ростом числа комбинаций условий она сильно разрастается. В нашем прос-

том примере, однако, преобразование можно осуществить в очень удобной форме (табл. 32) без потери информации. В дальнейших рассуждениях мы будем обращаться к форме *простой решающей таблицы.*

Наверное, наши читатели все же захотят узнать, сколько посетителей собралось на беседу с Вилли Бределем. Должно быть, войдя в зал, писатель мысленно воскликнул: «Я разорен!» — собралось 326 почитателей его таланта. Подсчитайте, во что ему обошлась популярность.

На этом простом примере (конечно, можно было бы обойтись и без решающей таблицы) мы хотели познакомить вас с формой и применением решающей таблицы.

На втором примере мы постараемся осветить дополнительные вопросы, касающиеся разработки, полноты и однозначности таблицы. Кроме того, покажем, какой выигрыш при применении данного метода можно получить за счет обозримости (ситуаций и результатов). Взгляните на помещенное ниже объявление, которое периодически появляется в газете, выходящей в городе Галле.

Внимание!

Что делать
для вызова врача на дом?

Дорогие граждане округа Заале!

В случае заболеваний в Вашей семье Вы можете вызвать врача на дом, если по каким-либо причинам больной не в состоянии прийти в поликлинику сам.

При этом мы просим в Ваших же интересах руководствоваться следующими рекомендациями.

I. По рабочим дням в течение дня обращайтесь к Вашему лечащему врачу или в ближайшую к Вам поликлинику с амбулаторным приемом. В случае сомнений посоветуйтесь с дежурной медицинской сестрой.

II. При необходимости срочной помощи для вызова врача на дом по рабочим дням до 16 ч также обращайтесь к Вашему лечащему врачу, сообщив о срочности визита. Если врач не может прибыть в ближайшее время, действуйте в соответствии с п. III!

III. При необходимости медицинской помощи по рабочим дням после 16 ч., ночью или в выходные дни, а также
при серьезных и тяжелых заболеваниях, при несчастных случаях дома, на предприятии или при транспортных происшествиях на улице вызывайте «Скорую помощь».
Для срочного вызова «скорой помощи» округа
Галле-Галле Нойштадт — округ Заале
звоните по телефону

ГАЛЛЕ 38646

Все ли вы поняли после первого прочтения? Все ли вам ясно, что хотели выразить этим сообщением? Едва ли. Такие объявления надо тщательно изучать, чтобы хоть в какой-то степени уяснить их содержание. Перед нами взятый из жизни пример применимости метода решающих таблиц.

Вначале постараемся уяснить условия и обнаружим, что их три вида:

день	(рабочий или выходной),
время суток	(в течение дня до 16 ч или после 16 ч и ночью),
степень необходимости	(«нормальная», настоятельная, несчастный случай или тяжелое заболевание).

Если учитывать не только эти три вида условий, но и возможные их варианты, то в графе условий мы можем сделать семь записей:

Рабочий день Выходной	1-й вид условий
В течение дня (до 16 ч) После 16 ч или ночью	2-й вид условий
«Нормальный» вызов Срочный вызов Несчастный случай Тяжелое заболевание	3-й вид условий

Прежде чем продолжить разработку таблицы, обдумаем число возможных ситуаций для решений (правил). Можно ли на основании числа условий m установить число правил поведения r? После нашего экскурса в комбинаторику (см. 4.2.1) в этом нетрудно разобраться.

1. Если условия взаимно несовместимы, то существует столько правил, сколько условий ($r=m$).

2. Если каждое условие может быть связано со всеми остальными, то существуют $r=2^m$ правил, по которым для каждого условия можно записать либо Д, либо Н. Следовательно, при трех условиях будет 8 правил:

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Условие 1	Д	Д	Д	Д	Н	Н	Н	Н
Условие 2	Д	Д	Н	Н	Д	Д	Н	Н
Условие 3	Д	Н	Д	Н	Д	Н	Д	Н

3. Если же условия будут смешанные, то число правил можно вычислить так: сначала объединяем в группы взаимно исклю-

чающие условия, затем устанавливаем, сколько вариантов V содержит каждая группа, и образуем произведение

$$r = V_1 \cdot V_2 \cdot V_3 \cdot \ldots \cdot V_k$$

(индекс соответствует номеру группы), то есть перемножаем между собой числа вариантов, возможных внутри групп. Давайте опробуем этот подход на нашем новом примере. Из семи условий взаимно исключаются 1 и 2, 3 и 4, а также 5, 6 и 7. Таким образом, мы имеем 3 группы, в двух из них по 2 варианта, а в одной — 3. Это дает $2 \cdot 2 \cdot 3 = 12$ правил.

Такой расчет, естественно, предполагает, что группы можно комбинировать между собой произвольно.

К этим расчетам надо сделать еще одно замечание: речь идет о теоретически возможном числе ситуаций, число вариантов, имеющих *практический смысл,* может быть меньше.

Решающая таблица для нашего примера со всеми 12 правилами приведена в табл. 33. Хорошо видны все систематические изменения в записи правил. Вначале фиксировались день и время суток: варьировалась только степень срочности (правила R1 — R3). Затем менялись дни и при этом для трех степеней срочности получились правила R4—R6. Правила R7—R12 отличаются от первых шести только тем, что вместо рабочего дня для них используются выходные.

Следующий шаг (в табл. 33 он уже сделан) состоит в том, чтобы записать необходимые действия (мероприятия). Если мы после этого снова прочтем текст газетного объявления, то установим, что они ограничиваются, по сути дела, двумя возможностями:

1) известить лечащего врача, или лечебное учреждение, или медицинскую сестру;

2) вызвать «скорую помощь» по телефону 38646.

Теперь можно сделать последний шаг, завершающий построение решающей таблицы. Согласно данным в объявлении указаниям в каждом столбце надо проставить на соответствующем месте крестик (табл. 33).

Рассматривая указатель действий этой таблицы, замечаем, что, в то время как первые два вида действий встречаются по одному разу, каждый третий вид встречается 10 раз. Это показывает, что таблицу можно сократить за счет объединения нескольких правил прочерком (—). Уже на этапе составления таблицы можно заметить, что при несчастном случае или тяжелом заболевании всегда (независимо от того, рабочий ли это день или выходной, произошло ли это днем или ночью) необходимо вызывать «скорую помощь». Это позволяет объединить правила R3, R6, R9 и R12 в одно, при котором в случае первых четырех условий будет стоять прочерк (—), 5 и 6 условия будут отмечены буквой Н и

Таблица 33

Решающая таблица «Вызов врача» (I)

ЕСЛИ	*R1*	*R2*	*R3*	*R4*	*R5*	*R6*	*R7*	*R8*	*R9*	*R10*	*R11*	*R12*
рабочий день	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Н	Н	Н	Н	Н	Н
выходной день	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Д	Д	Д	Д	Д	Д
день до 16 ч	Д	Д	Д	Н	Н	Н	Д	Д	Д	Н	Н	Н
день после 16 ч и ночь	Н	Н	Н	Д	Д	Д	Н	Н	Н	Д	Д	Д
«нормальный» вызов	Д	Н	Н	Д	Н	Н	Д	Н	Н	Д	Н	Н
срочный вызов	Н	Д	Н	Н	Д	Н	Н	Д	Н	Н	Д	Н
несчастный случай или заболевание	Н	Н	Д	Н	Н	Д	Н	Н	Д	Н	Н	Д
ТО												
известить лечащего врача (лечебное учреждение), медицинскую сестру	×											
то же, что и выше, но с указанием на срочность		×										
вызвать «скорую помощь»			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

только последнее условие, как выполняющееся, помечается буквой Д. Так что прочерк (—) как бы объединяет в себе высказывания Д и Н. Таким образом, из первоначальных 12 правил остаются только 9. Получившаяся при этом таблица представлена под номером 34. Составное правило приведено здесь в столбце R1. Тот факт, что, не считая правила R1, еще 6 правил (от R4 до R9) приводят к тем же самым действиям, подсказывает нам возможность дальнейших упрощений. Для этого снова проанализируем указатель действий. В результате замечаем, что R4 и R5

Таблица 34

Решающая таблица «Вызов врача на дом» (II)

ЕСЛИ	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
рабочий день	—	Д	Д	Д	Д	Н	Н	Н	Н
выходной день	—	Н	Н	Н	Н	Д	Д	Д	Д
день (до 16 ч)	—	Д	Д	Н	Н	Д	Д	Н	Н
день после 16 ч и ночь	—	Н	Н	Д	Д	Н	Н	Д	Д
«нормальный» вызов	Н	Д	Н	Д	Н	Д	Н	Д	Н
срочный вызов	Н	Н	Д	Н	Д	Н	Д	Н	Д
несчастный случай или тяжелое заболевание	Д	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
ТО									
известить лечащего врача (лечебное учреждение), медицинскую сестру		×							
то же, что и выше, но с указанием срочности			×						
вызвать «скорую помощь»	×			×	×	×	×	×	×

действуют только по рабочим дням, а R6 и R9 — только по выходным. Зададимся вопросом: можно ли объединить R4 и R5? Оба правила совпадают до 5 и 6 условий («нормальный» или срочный вызов). Поскольку там меняются местами лишь Д и Н, мы, не раздумывая, можем на этом месте ставить прочерк (—).

Теперь посмотрим на табл. 35. Наше новое правило, образованное из R4 и R5, здесь показано как R3 (правила R1 и R2 взяты из табл. 34 без изменений, там они были обозначены R2 и R3). Теперь поставим такой же вопрос относительно возможности объединения правил от R6 до R9 в табл. 34. Как уже отмечалось, общее у них только то, что они относятся к нерабочим дням.

Время суток указано разное, но опять здесь речь идет о замене Д—Н, то есть как днем, так и ночью необходимо действовать одинаково. Аналогично обстоит дело при рассмотрении срочности, если не произошло несчастного случая или тяжелого заболевания. Таким образом, информацию, содержащуюся в этих четырех правилах, фактически мы можем представить в виде одного правила. В табл. 35 оно записано как правило R4 (R5 в табл. 35 соответствует R1 из табл. 34).

Итак, мы еще раз заметно сократили объем нашей решающей таблицы без всякой потери информации.

Таблица 35

Решающая таблица «Вызов врача на дом» (III)

ЕСЛИ	R1	R2	R3	R4	R5
рабочий день	Д	Д	Д	Н	—
выходной день	Н	Н	Н	Д	—
день до 16 ч	Д	Д	Н	—	—
день после 16 ч и ночь	Н	Н	Д	—	—
«нормальный» вызов	Д	Н	—	—	Н
срочный вызов	Н	Д	—	—	Н
несчастный случай или тяжелое заболевание	Н	Н	Н	Н	Д
ТО					
известить лечащего врача (лечебное учреждение), медицинскую сестру	×				
то же, что и выше, но, предупредив о срочности,		×			
вызвать «скорую помощь»			×	×	×

Табл. 35 говорит ровно столько же, сколько и табл. 34, и при этом она гораздо более наглядна.

Надеюсь, вы согласитесь, что такая обработка решающей таблицы оправданна. По сравнению с газетным объявлением мы получили гораздо более ясное описание ситуации. К сожалению, впрочем, вполне очевидно, что такие формы представления в ежедневной печати применять невозможно.

В заключение следует указать еще на одно достоинство метода решающих таблиц, о котором до сих пор ничего не говорилось: решающие таблицы довольно легко программируются на ЭВМ. Процессы, в которых встречается большое число решений, при разработке блок-схемы программы часто весьма плохо обозримы из-за многочисленных разветвлений. Так что даже для программиста удобнее, когда задача представлена ему в виде ре

шающей таблицы. Стоит еще добавить, что уже есть программы для ЭВМ, осуществляющие перевод решающей таблицы в вычислительную программу и поэтому в значительной степени облегчающие труд программиста. Недостатки этого метода незначительны: в обстоятельных таблицах иногда трудно обнаружить противоречия и устранить избыточность. И все же быстрый рост теоретически возможных правил при увеличивающемся числе условий ограничивает применения этого метода.

8. ИЗВЛЕКАТЬ УРОКИ ИЗ ПРИНИМАЕМЫХ РЕШЕНИЙ

Давайте вспомним весь процесс принятия решения в том виде, как он был представлен на рис. 3. Он делится на следующие фазы: подготовка к решению, собственно решение и заключительный этап. Вот сейчас мы подошли к этому последнему этапу.

В соответствии с рис. 3, после того как мы пришли к какому-то решению, важно собрать и сохранить на будущее накопленный нами багаж знаний. Мы уже говорили, что это нужно для того, чтобы научиться лучше принимать решения, чем до сих пор. Ведь принятию решений можно и, как правило, нужно учиться. Однако учиться чему-то (имеется в виду не «чистое» познание наук) можно только тогда, когда свой образ действий, свое поведение постоянно подвергаешь оценке. Таков, собственно, принцип обучения: все, что признается хорошим и правильным, берется на заметку и используется в дальнейшем; то, что оказалось ошибочным, «отбрасывается» и больше не должно повторяться.

Как же добиться этого в процессе принятия решения? Как нам удается учиться на решениях и извлекать из этого процесса новые знания?

Иногда это получается, как говорится, автоматически, например, в тех случаях, когда с решением было связано тяжелое переживание, выдающийся успех или болезненное разочарование. Человек, много выигравший в числовое лото, думает, что ему открылась тайна «магических чисел» (что, конечно, чистейший предрассудок), и продолжает свою игру, используя эти числа. Тот, кто замечает, что его доверием постыдным образом злоупотребляют, становится сдержанным и недоверчивым. В таких случаях нет особой необходимости заботиться о накоплении знаний — впечатления прочно закрепляются сами по себе и влияют

на наше дальнейшее поведение. То же происходит и при некоторых решениях с глубокими последствиями в том случае, если человек, которого это касается, привык «отчитываться перед самим собой», размышлять над тем, что можно улучшить в процессе принятия новых решений.

Из этого процесса осмысления, который протекает самопроизвольно, можно извлечь гораздо больше, если проводить его осознанно и систематически: процесс обучения будет более эффективным.

Вот несколько рекомендаций.

Особенно просто это получается при фиксированных предписаниях (правилах принятия решений). Правилах, которые сформулировали мы сами или получили от других лиц, например, в виде бинарных решающих матриц или решающих таблиц. Эти методы можно применять в случаях часто повторяющихся однотипных решений, когда, как в рассматриваемых ситуациях, меняются лишь параметры.

В результате частого применения таких документов вскоре выяснится, стоит ли сохранить их первоначальные формы или их лучше изменить. При каждом решении проверяется, достигнута ли поставленная цель (вопрос ЧТО) или другое решение могло оказаться лучшим. В соответствии с ответом на эти вопросы правила принятия решений корректируются.

При использовании других методов (а также, если решения принимаются без применения каких-нибудь разработанных предварительно вспомогательных средств) дело обстоит несколько сложнее. Тогда приходится проделывать обратный путь, выяснять, как мы пришли к соответствующему решению. Поскольку между моментом принятия решения и наступившими после этого последствиями иногда может пройти много времени, рекомендуется (при решениях, связанных с тяжелыми последствиями, это настоятельно необходимо) сохранить все документы, на основании которых принималось решение, с тем, чтобы впоследствии можно было к ним вернуться. Если же решение принималось как заблагорассудится и никаких заметок не делалось, такую рекомендацию, естественно, трудно выполнить. На память не всегда можно надеяться. Таким образом, на этой фазе следует использовать рассмотренные ранее способы, например:
листок бумаги для записи исходной ситуации (см. табл. 2)
таблицы оценок,
«Паук — ЦИС» или
сетевой план,
и рассудить, правильно ли было подготовлено решение.

Или надо поставить перед собой вопросы такого рода, как например:
Правильно ли я оценил исходную ситуацию?

Совпадает ли новая, подлежащая решению задача с той, которая уже встречалась ранее? Есть ли различия?
В полной ли мере я сумел охватить возможные варианты принятия решения, или упустил из рассмотрения некоторые возможности, или же, напротив, рассмотрел излишние?
Правильно ли я рассчитал или оценил последствия решения?
Правильные ли критерии решения я использовал?
Правильный ли метод я избрал или какой-нибудь иной способ может оказаться более подходящим?
Располагал ли я достаточной и надежной информацией?
Существует ли какая-нибудь новая информация или новые источники информации?

Вы сами можете продолжить этот перечень. На перечисленные вопросы надо бы ответить, не дожидаясь принятия следующего решения, но в то же время, когда появилась возможность, дать оценку уже принятому решению, конечно, если последствия этого решения станут известны до того, как перед нами будут поставлены новые задачи. Иначе накопленный опыт придется реализовать позже. Ответы на перечисленные вопросы надо записать так, чтобы они привлекали внимание, например, подчеркнуть красным карандашом:
Это следовало решать в другом месте!
Этот критерий можно не принимать во внимание!
Здесь лучше было бы применить графический метод!
В следующий раз потребовать больше информации!

Кто-то из читателей может с сомнением спросить, в самом ли деле оправдываются все эти хлопоты? Рассматривайте эти советы не только как желание надежнее принимать предстоящие решения, но и как рационализацию своей работы.

Мы можем снова пользоваться ранее разработанной документацией, можем сократить свои раздумья, можем опираться на прежний ход рассуждений и прежние результаты. Например, в составленную ранее оценочную таблицу можно включить позже появившийся объект для сравнения. При этом не нужно полностью заново разрабатывать таблицу. Чем чаще приходится встречаться с решениями определенного типа, тем более оправданны эти затраты.

Те, кто хочет еще более систематизировать свою деятельность по принятию решений, может завести *картотеку задач*. Карточки содержат краткое описание задач и соответствующие решения либо «библиографические» сведения о том, где изложены интересующие нас процессы принятия решения или где найти необходимую информацию. Целесообразно применять дескрипторы, выделяющие соответствующую задачу, а не деление по методам.

При любой систематизации, конечно, важно понимать, что каждая задача, подлежащая решению, в известной мере имеет

собственную «специфику». Степень соответствия с рассмотренной ранее задачей может быть весьма высокой, однако никогда не достигает полной идентичности (хотя бы уже потому, что время идет вперед, информация накапливается, меняются масштабы, да и человек, как лицо, принимающее решение, тоже не абсолютно постоянная величина). При принятии каждого серьезного, значительного решения существуют проблемы, требующие от человека творческого подхода.

9. РЕШЕНИЯ В ЗЕРКАЛЕ ПРОШЛОГО

Тяжелые и богатые последствиями решения, необыкновенные ситуации, в которых они принимались, удивительное остроумие, прозорливость, предвидение и точность в рискованных заключениях всегда привлекали к себе внимание. Причем известность приобрели не только гениальные и образцовые решения, но и сенсационно ошибочные. Из многих дошедших до нас описаний исторических событий можно заключить, что с правом или обязанностью принимать решения связана огромная ответственность, до которой не каждый из принимающих решение дорос. В рассматриваемых примерах речь идет не о теоретических рассуждениях. Каждый пример по отношению к единственному компоненту проблемы, подлежащей решению, имеет еще и иной смысл. Выбранные примеры носят, следовательно, не только развлекательный характер, а должны побудить к размышлению о том, что с нашей точки зрения в них следует оценить положительно, а что — отрицательно и какие параллели можно провести между ними и нашей «системой» подготовки и принятия решения.

Начнем с IX в. до н. э., со времен иудейского царя Соломона. Ему приписывается известное «соломоново решение»— при принятии некоторых решений оно применимо еще и сегодня. Что же произошло в те далекие времена? В таком историческом памятнике, как Библия, мы читаем:

«Пришли однажды две женщины к царю (Соломону) и предстали перед ним. И одна из женщин сказала: «О, мой господин, я и эта женщина жили в одном доме и я родила в ее доме ребенка. И через три дня после того, как я родила, родила ребенка также и она. Мы жили с ней вдвоем, никого из посторонних в доме не было, только мы вдвоем. Сын этой женщины умер ночью; она за-

давила его во сне. И тогда она встала ночью и взяла моего сына, который спал у меня под боком, положила его к себе, а своего мертвого сына подложила мне. А когда утром я поднялась к моему сыну, то увидела, что он мертв. Но при утреннем свете я могла видеть точно и разглядела, что это был не мой ребенок, не мой сын, которого я родила».

И сказала другая женщина: «Совсем не так; *мой* сын жив, а *твой* сын мертв...» Первая, однако, возразила: «Совсем не так: *твой* сын мертв, а *мой* сын жив». И таким образом они препирались перед царем. И тогда царь сказал: «Одна говорит: «Мой сын жив, а твой умер; другая говорит: совсем не так; это твой сын умер, а мой — жив». И царь сказал: «Принесите мне меч!» Когда меч принесли, сказал царь: «Поделите живого ребенка на две части и дайте одну половину одной, а вторую — другой!»

И тогда женщина, чей сын был жив, обратилась к царю (ибо ее материнское сердце переполнилось любовью к сыну): «О, мой господин, отдайте ей ребенка живого, не убивайте его!» Другая же сказала: «Пусть не достанется ни тебе, ни мне; пусть его поделят!» Тогда заговорил царь. Он сказал: «Отдайте этой женщине ребенка, не убивайте его; она его мать!»

Этот древний рассказ вдохновлял многих писателей. Достаточно вспомнить спор о ребенке из драмы Бертольта Брехта «Кавказский меловой круг». Правда, здесь в его основе лежат прежде всего социальные мотивы.

Другое событие произошло в 390 г до н. э., после битвы у Аппии. Вождь галлов Бренн потребовал у побежденных римлян высокую контрибуцию в золоте. При взвешивании золота римляне заметили, что галлы их к тому же еще и обманывают, пользуясь слишком тяжелыми гирями, и отказались от уплаты. Тогда Бренн положил на весы еще и свой меч, воскликнув: «Горе побежденным!» Отсюда возникли ставшие крылатыми слова: «Положить меч на весы», которые свидетельствуют о применении насилия при принятии решения, когда всякие разговоры об объективности и «справедливости» бессмысленны.

Наконец, 49 г. до н. э. Юлий Цезарь, тщательно взвесив все «за» и «против», принимает решение перейти Рубикон — реку, служившую границей между Италией и римской провинцией Цизальпийской Галлией, чтобы с помощью военной силы исключить своего соперника Помпея из борьбы за власть над Римом. Цезарь сознавал, что от этого решения зависело многое и для него лично, и для будущего римского государства. «Жребий брошен»,— провозгласил он. Еще и сегодня мы говорим о Рубиконе, когда речь идет об ответственных, связанных с большими последствиями решениях.

А вот пример из несколько иной области. Жил в XIV в. философ-схоласт Жан Буридан, о котором в наше время известно, по-

жалуй, не более того, что он автор басни об осле, который должен был бы умереть с голоду между двумя равновеликими охапками сена, потому что не мог решиться, с какой охапки начать. (Знаменитый Буриданов осел!) Следуя мысли философа Аристотеля, Буридан полагал, что «вопрос о том, как поступит человек при одних и тех же условиях, если воля его свободна, не имеет ответа» [25]. Вот так, если у человека нет проблем, он создает их себе сам! Впрочем, Буриданов осел долгое время действовал на противников своего создателя подобно красной тряпке на быка. Писатель Гюнтер де Брюнн использовал эту старую басню как символический фон в своем романе о современном любовном треугольнике.

Трудности, возникающие, когда человек интересуется этическими мерами своих поступков и решений, побудили к глубоким философским размышлениям Иммануила Канта (1724—1804). Как должен себя вести человек в случае, когда речь идет о вопросах, которые либо вовсе не регламентированы государственными законами, либо управляются этими законами лишь частично? Например, в вопросах, касающихся частного образа жизни. В своей «Критике практического разума» Кант дал ответ на эти вопросы в виде своего знаменитого «категорического императива»: «Поступай только согласно такой максиме, руководствуясь которой ты в то же время можешь пожелать, чтобы она стала всеобщим законом».

Итак, опять решение в соответствии с максимой! Каждый сам для себя должен приспособить указанный принцип, чтобы сделать его пригодным для практического применения. Насколько решающими могут оказаться несколько часов, даже минут для целых народов или государств, отчетливо видно на поворотных вехах истории. Вспомните поражение Наполеона в сражении при Ватерлоо в 1815 г. Весы военного успеха склонялись то в пользу Наполеона, то в пользу армии Веллингтона. Стало ясно, что победит тот, к кому раньше других придет подкрепление. Веллингтон надеялся на прусское войско под командованием Блюхера. Наполеон был намерен справиться с этой опасностью, приказав маршалу Груши с третью своей армии помешать запланированному соединению сил Веллингтона со спешившим к нему подкреплением. Однако Груши не удалось разыскать полки Блюхера, и он потратил драгоценное время, ожидая приказа Наполеона о возвращении. Некоторые из офицеров обращали его внимание на опасность промедления. Однако беспрекословное подчинение императору не позволяло ему действовать вопреки полученному приказу. Пока Груши бессмысленно тратил время, а Наполеон напрасно его высматривал, сражение для Франции было проиграно. Блюхер пробился к армии Веллингтона и окончательно завершил разгром наполеоновских войск. Как далеко следует заходить

в риске? Груши не хватило мужества на риск. «Ничто не в состоянии вернуть ему то мгновение, которое делало его хозяином судьбы и которое он упустил»,— писал Стефан Цвейг в «Звездных часах человечества» [26].

Противоположный пример. Человеком, который не побоялся риска, был создатель сегодняшнего символа Парижа — Эйфелевой башни — инженер Александр Гюстав Эйфель.

Директорат Всемирной выставки в Париже в 1889 г. решил заказать сооружение высотой в 300 м. Были представлены 700 проектов. Единственным проектом, отобранным для дальнейшего рассмотрения, был проект Эйфеля. После обнародования эскизов разразилась буря негодования. Парижане всеми силами отбивались от этой сумасшедшей башни в самом центре их города, которая вдобавок еще могла когда-нибудь свалиться, разрушив множество домов. На все это Эйфель отвечал: «Я беру на себя ответственность за любой ущерб, который может нанести башня!» Башня была построена и в течение 40 лет оставалась самым высоким сооружением в мире.

В следующем примере речь пойдет не об отваге, героизме или трагедии. Можно посмеяться над человеческой слабостью и ее влиянием на одно официальное решение. Знаете ли вы, почему столицей Австралии является Канберра, в которой проживают всего 220 тыс. человек, а такие города с миллионным населением, как Мельбурн и Сидней, этой чести не удостоены? Здесь нет никаких ни политических, ни географических, ни каких-либо экономических оснований. Оказывается, в споре о том, быть ли столицей Мельбурну или Сиднею, никак не удавалось прийти к единому мнению. Тогда возникло современное соломоново решение: образовали область, ядром которой была Канберра, и объявили город столицей Австралии! Видите, нельзя упускать из виду даже самые, казалось бы, немыслимые решения.

10. СЕМЬ ГРЕХОВ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЯ

Тем, кто прочел эту книгу, должно быть ясно: путем тщательной подготовки можно улучшить качество решения. Существуют ошибки, которых не должно быть, которые можно с достаточной уверенностью исключить. Это не значит, конечно, что ошибочные или неблагоприятные решения вообще невозможны! А поскольку

ошибки и упущения в принятии решений часто влекут за собой роковые последствия (примеры уже приводились!), от этих — заведомо ошибочных шагов — нельзя так просто отмахнуться.

Вот некоторые из самых тяжких «грехов»:

1. Оказаться перед необходимостью принятия решения и не подготовиться к нему или, что по сути то же самое, отодвигать решение до тех пор, пока для подготовки уже не остается времени.— Необдуманные решения.

2. Закрывать глаза на возможные последствия решения или вовсе не думать о них.— Слепые решения.

3. В качестве критерия ориентироваться только на самого себя и собственную выгоду и не беспокоиться о других последствиях.— Эгоцентричные решения.

4. Решать только по вдохновению (интуиции).— «Гениальные» решения.

5. Решать на основании симпатий, настроений или расположения духа, отбрасывая всякие рациональные соображения.— Эмоциональные решения.

6. Считать себя непогрешимым и «высокомерно» отказываться от советов других лиц.— Самодовольные решения.

7. Не желать учиться на ранее принятых решениях, совершать одни и те же ошибки.— Глупые, упрямые решения.

Кстати, к вопросу о нежелании учиться (грех № 7). В одном школьном сочинении встретилась следующая «аргументация»: «Чем больше учишься, тем больше знаешь. Чем больше знаешь, тем больше забываешь. Чем больше забываешь, тем меньше знаешь. Чем меньше знаешь, тем меньше забываешь. Чем меньше забываешь, тем больше знаешь. Зачем же учиться?»

Полагаю, никто всерьез не примет этот «логический» ряд!

11. ОШИБЛИСЬ В РЕШЕНИИ — ЧТО ЖЕ ДЕЛАТЬ!

Пока принимаются решения (а без них в жизни не обойтись), неизбежно будут совершаться и ошибки.

Наша задача состоит в том, чтобы с помощью тщательной подготовки решения свести эти ошибки к минимуму. Если же в использованной информации есть «решающие» пробелы, которые не восполнимы, если вместо точных данных можно оперировать только грубыми оценками, если в условиях, в которых при-

нимается решение, возникают неожиданные повороты, если исходная ситуация неблагоприятна и не допускает улучшения — то появляются и ошибочные решения, которые нельзя поставить в вину ответственному лицу. (Мы не говорим о случаях, когда решения оказываются плохими вследствие небрежности. Об этом шла речь в предыдущей главе.)

Что делать, если вопреки нашему желанию, несмотря на зрелые размышления, принятое решение все же оказалось ошибочным?

В принципе здесь есть две возможности:

а) быстро пересмотреть решение, то есть отменить его и найти новое (лучшее) решение. Если такая возможность отсутствует, не остается ничего иного, как исполнить уже принятое решение. При этом можно только

б) оттянуть как можно дольше нежелательные последствия, встретить их, подготовив соответствующие мероприятия.

Первая возможность появляется прежде всего в том случае, когда между осознанием необходимости решения и реализуемыми действиями остается достаточно времени, чтобы «рвануть аварийный тормоз».

Если, например, вы заключили договор о покупке мебели, но доставку вам обещали лишь через неделю, вы можете — хотя это и сопряжено с неприятностями в мебельном магазине и, возможно, с дополнительными расходами — отменить договор, если, конечно, мебель еще не стоит в вашей квартире. После этого момента вы должны либо оставить мебель у себя, либо попытаться найти на эту мебель другого покупателя.

Если вы решили в выходные дни посетить своих хороших знакомых, с которыми давно не виделись и не беседовали, но за три дня до назначенной встречи простудились, вы можете либо отменить визит, то есть пересмотреть свое решение, либо, несмотря на простуду, поехать в гости. Если вы все-таки отправитесь в гости, то ваша простуда превратится в настоящий грипп и вы будете сожалеть о своем решении (так как, действительно, было бы лучше остаться дома), но все неприятные последствия вы должны взять на себя. В этих случаях ошибочное решение касается только вас лично или небольшого числа других людей. Последствия были, конечно, огорчительны (неприятны), но все же относительно малой значимости. Гораздо более тяжелыми будут ошибочные решения, приносящие ущерб, потери или даже страдания и гибель многим людям.

Еще раз вспомним Альберта Эйнштейна! Всю жизнь до самого конца он неустанно поднимал свой голос за разоружение и мир, пытаясь таким образом исправить свое оказавшееся ошибочным решение (см. 5.3). Наполеоновский маршал Груши (см. гл. 9), который, выполняя приказ преследовать прусские войска под ко-

андованием Блюхера, опоздал вступить в бой, что по-иному мог о решить исход сражения при Ватерлоо, после того как осознал шибку, тоже проявил тактическое искусство, чтобы без особен ых потерь вывести своих солдат из окружения.

Последними двумя примерами мы хотели показать, сколь ажно честно признать свое решение ошибочным (иногда перед амим собой, возможно, и наперекор другим). В таком случае ще можно надеяться, что дело обернется к лучшему. И беспро ветно плохо, если ошибочные решения — плод упрямства, ма одушия, трусости или других подобных причин, либо, что еще ху же, делается попытка переложить последствия ошибочных ре ений на ни в чем не повинные плечи.

Поэтому мы закончим эту книгу словами В. И. Ленина из его татьи, напечатанной в газете «Правда», по поводу четвертой одовщины Великой Октябрьской социалистической революции 27]:

«Мы не боимся признавать свои ошибки и трезво будем смот еть на них, чтобы научиться исправлять их».

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Planck M : Scheinprobleme der Wissenschaft. 7. Aufl Leipzig: Johann Ambrosius Barth, 1967.
2. Паркинсон С. Н. Закон Паркинсона и другие памфлеты. — М.: Прогресс, 1976.
3. Ein neuer Lebensabschnitt beginnt. Der neue Weg vom 31.3.1977.
4. Zielplanung in Forschung und Entwicklung. Berlin: Verlag die Wirtschaft, 1973.
5. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. — М.: Советское радио, 1979.
6. Gilde W., Starke C.—D.: Ideen mus man haben. Leipzig — Jena — Berlin: Urania—Verlag, 1969. [Имеется русский перевод Гильде В., Штарке К. Нужны идеи. — М.: Мир, 1973.]
7. Altrichter S., Gutzer H., Naumann E.: Katalog von Prognoseverfahren. Halle (Saale): Technisch—wissenschaftliche Abhandlung des ZIS, 1970.
8 Gilde W., Naumann E. Prognose in der Schweißtechnik. ZIS—Mitteilungen 19 (1977), 3. S. 405—419
9. Kirst W., Diekmeyer U.: Intelligenztraining. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Verlag GmbH, 1972.
10. Steiner H.: Richtig telefonieren. Düsseldorf: Econ — Verlag GmbH, 1972.
11. Herneck F.: Einstein und die Atombombe. (Vorträge und Schriften der Archenhold—Sternwarte). Berlin—Treptow, 1976.
12. Buchmann G.: Geflügelte Worte. 31. Aufl. Berlin: Haude & Spenersche Verlagsbuchhandlung, 1964.
13. Naumann E.: Mathematische Methoden in der Ökonomie. (Lehrbrief an der Fachschule für Gesundheits — und Sozial—wesen «Prof. Dr. Karl Gelbke»). Potsdam, 1976.
14. Neumann A. u. a : EDV — Programme für die Schweißtechnik. Teil I und II. Halle (Saale): Technisch—wissenschaftliche Abhandlung des ZIS, 1973.
15. Naumann E.: Die Zielbaummethode in der Sceweißtechnik. ZIS—Mitteilungen 14 (1972) 1, S. 1446—1456.
16. Gilde W., Altrichter S.: Die ZIS—Erfolgsspinne. ZIS—Mitteilungen II (1969) 5, S. 749—754.
17 Sedlaček J.: Einführung in die Graphentheorie. Leipzig· B. G Teubner Verlagsgesellschaft, 1968.
18. Jeffrey R. C.: Logic der Entscheidungen. München: R. Oldenbourg Verlag GmbH, 1967.
19. Вентцель Е. С. Элементы теории игр. — М.: Физматгиз, 1961.
20. Renger K.: Entscheidungsnetzpläne — Instrumentarium der modernen Wissenschaftsorganisation. Rechentechnik/Datenverarbeitung 7 (1970) 10, S. 33—37.
21. Naumann E.: Netzpläne in der Schweißtechnik. Halle (Saale): Technisch—wissenschaftliche Abhandlung des ZIS, 1973.
22. Kupper W., Luder K., Streitferdt L.: Netzplantechnik. Würzburg — Wien: Physica — Verlag, 1975.
23. Einführung in die Entscheidungstabellentechnik. Reihe Automatisierungstechnik Bd. 176. Berlin: VEB Verlag Technik, 1976.

24 Krumbholz E. Der Ast, auf dem du sitzt. Halle (Saale): Mitteldeutscher Verlag, 1976.
25. Brockhaus—Enzyklopädie in 20 Bänden. 17. Aufl. Wiesbaden: F. A. Brockhaus Verlag, 1966—1974.
26. Цвейг С. Звездные часы человечества. Невозвратимое мгновение, Избр. произв. в 2-х тт — М.: Гос изд художественной литературы, 1956, т. 1, с. 496—506.
27 Ленин В. И. Полн. собр соч. (5-е изд). Т. 44, с. 150.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА *

Общие вопросы

Абчук В А. 7:1 в нашу пользу.— М.: Радио и связь, 1982
Акофф Р Искусство решения проблем — М · Мир, 1982
Блюмберг В А, Глущенко В. Ф. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов — Л : Лениздат, 1982.
Вилкас Э И, Майлинас Е. З. Решения· теория, информация, моделирование.— М · Радио и связь, 1981.
Ларичев О И Наука и искусство принятия решений — М.: Наука, 1979.
Мамиконов А. Г. Принятие решений и информация — М . Наука, 1983.

Решения и измерения

Заде Л. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений.— В сб. Математика сегодня.— М.: Знание, 1974
Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений.— М.: Мир, 1976.
Кини Р Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения.— М.: Радно и связь, 1981
Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечетной исходной информации — М · Наука, 1981.
Фишберн П. Теория полезности для принятия решений.— М : Наука, 1978

Психологические аспекты

Козелецкий Ю. Психологическая теория решений.— М.. Прогресс, 1979.
Леонов Ю. П. Теория статистических решений и психофизика — М. Наука, 1977.

Решения в экономике

Венделин А Г. Подготовка и принятие управленческого решения Методологический аспект.— М : Экономика, 1977.
Евланов Л Г Теория и практика принятия решений.— М.: Экономика, 1984
Кравченко Т. К. Процесс принятия плановых решений (Информационные модели).— М : Экономика, 1974.
Тейл Г Экономические прогнозы и принятие решений.— М.: Статистика, 1971
Теория прогнозирования и принятия решений — М.: Высшая школа, 1977.

Решения в некоторых других областях

Вермишев Ю. Х. Методы автоматического поиска решений при проектировании сложных технических систем — М.: Радио и связь, 1982.
Ластед Л. Введение в проблему принятия решений в медицине.— М.: Мир, 1971.
Хай Г А Теория игр в медицине.— М : Медицина, 1978.
Хаус П Моделирование среды как область поиска новых решений.— В сб. Новые идеи в географии Вып 4 — М : Прогресс, 1979, с. 193—218.

* Добавлено редактором перевода

СОДЕРЖАНИЕ

От редактора перевода 5
Вместо предисловия 10
1. Введение 11
2. Проблема принятия решений 13
2 1. Иллюзия и действительность 13
2.2 Человек и автомат 16
2.3 Система и программа 19
3. Исходная ситуация 22
3.1 Пять вопросов — пять аспектов 22
3 2. Улучшение исходной ситуации 26
3.3. Пробелы в информации и экстремальные случаи 37
4. Возможности принятия решений 39
4 1. Первое сопоставление 41
4.2. Проверка и пополнение 45
5. Последствия решений 74
5 1. Друг мой, зеркальце, скажи! 75
5.2 Немного о прогнозировании 79
5.3. Исторические последствия принятия решений 90
6. Критерии решения 91
6.1 Производные последствий и целей решений 93
6.2 Полнота мышления 97
6 3. Подходящая шкала 97
7. Поиски и решения 102
7 1. Решения на основании максим 102
7 2. Методы оценки 104
7 3 Статистические методы 144
7 4 Решающие таблицы 174
8. Извлекать уроки из принимаемых решений 185
9. Решения в зеркале прошлого 188
10. Семь грехов при принятии решения 191
11. Ошиблись в решении — что же делать? 192
Использованная литература 195
Рекомендуемая литература 197

Научно-популярное издание

Эмануэль Науман

ПРИНЯТЬ РЕШЕНИЕ — НО КАК?

Заведующий редакцией В. С. Власенков
Старший научный редактор А. Г. Белевцева
Младший редактор И. Б. Ильченко
Художник Н. Е. Анисимова
Художественный редактор Н. М. Иванов
Технический редактор Л. Ю. Коровенко
Корректор О. И. Притула

ИБ № 6199

Сдано в набор 10.11.86. Подписано к печати 2.07.87. Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага типографская № 1. Печать высокая. Гарнитура литературная. Объем 3,13 бум. л. Усл. печ. л. 10,5. Усл. кр.-отт. 10,72. Уч.-изд. л. 12,02. Изд. № 9/4911. Тираж 50 000 экз. Зак. 378. Цена 70 коп.

Издательство «Мир»
129820, ГСП, Москва, И-110, 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 издательств, полиграфии и книжной торговли.
198052, г. Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29