

О. И. ЛАРИЧЕВ

НАУКА  
И ИСКУССТВО  
ПРИНЯТИЯ  
РЕШЕНИЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО · НАУКА ·

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
Серия  
«Наука и технический прогресс»

О. И. ЛАРИЧЕВ

**НАУКА  
И ИСКУССТВО  
ПРИНЯТИЯ  
РЕШЕНИЙ**



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1979

Ларичев О. П. Наука и искусство принятия решений. М.: Наука, с. 200.

Книга посвящена важной проблеме управления — выбору решений в уникальных неповторяющихся ситуациях. В таких случаях большую помощь лицу, принимающему решение, оказывают консультанты, обладающие знанием современных методов анализа и оценки альтернативных вариантов решений. Критически рассматриваются известные методы принятия решений, изложен новый подход к их построению, разработанный автором, а также методы, основанные на этом подходе.

Ответственный редактор

член-корреспондент АН СССР

С. В. ЕМЕЛЬЯНОВ

Проблемы принятия сложных решений и человек, принимающий эти решения, в последнее время привлекают все большее внимание исследователей. Это не случайно. Возрос динамизм окружающей среды, увеличилась взаимосвязанность многих решений, возрос темп научно-технического прогресса. Руководители, принимающие решения, встречаются со сложным выбором, с необходимостью рассмотрения сотен альтернативных вариантов. Для оценки вариантов используются знания многих специалистов, сложные специальные расчеты, аналитические исследования.

В трудных ситуациях выбора на помощь руководителю все чаще приходят консультанты, владеющие специальными методами. Их задача состоит не в подмене руководителя, а в усилении его возможностей. Они призваны подкрепить анализом опыт и интуицию руководителя, столь ценные в реальных, практических ситуациях. Консультанты помогают руководителям получить информацию, необходимую для принятия решений, и тщательно ее проанализировать. Они помогают руководителям принимать более обоснованные решения.

Во многих зарубежных странах существуют специальные консультативные организации, выполняющие работу по анализу вариантов принимаемых решений. В последние годы такая же деятельность осуществляется рядом организаций у нас в стране. В частности, подобные работы проводятся в Институте системных исследований, где автор данной книги руководит лабораторией планирования научных исследований и разработок.

Успехи в работе консультантов зависят от тех методов, которыми они владеют. В последние десятилетия в различных странах мира разрабатываются методы принятия решений. Эти методы входят в общий инструмен-

тарий системного анализа, позволяющего успешно решить важные и ответственные задачи.

В предлагаемой вниманию читателя книге речь идет о проблемах выбора, методах принятия решений и консультациях, помогающих руководителям в их работе. В обширной области разработки и практического использования методов принятия решений в настоящее время существуют различные научные школы, идет борьба мнений. Автор книги не просто описывает состояние в этой области исследований, но излагает свои взгляды, идеи, методы.

Книга предусматривает две категории читателей. Главы, предназначенные для широкого круга лиц, так или иначе сталкивающихся с проблемами принятия управленческих решений, написаны популярно и не требуют какой-либо специальной подготовки. Части книги, предназначенные для консультантов, требуют предварительного знакомства с литературой по принятию решений. Они также написаны популярно, но уже для другой аудитории.

*С. В. Емельянов*

Процессы принятия решений, понимаемые как выбор одной из нескольких возможных альтернатив, пронизывают всю человеческую жизнь. Большинство решений мы принимаем не задумываясь, так как существует автоматизм поведения, выработанный многолетней практикой. Есть решения, которым мы придаем малое значение, и поэтому мало задумываемся при осуществлении выбора. И, наконец, существуют проблемы выбора, решая которые, человек испытывает мучительные раздумья. Как правило, эти проблемы имеют исключительный неповторяющийся характер и связаны с рассмотрением целого ряда альтернатив. В таких проблемах новым является либо объект выбора, либо обстановка, в которой совершается выбор. Назовем такие проблемы принятия решений проблемами уникального выбора.

Существует множество различных проблем уникального выбора. Прежде всего выделим проблемы, в которых в принципе может быть найдено рациональное, понятное другим людям изложение причин, приведших к выбору одной из альтернатив (заметим, что многие человеческие, «житейские» проблемы выбора не подпадают под это определение). Наиболее характерными проблемами рационального выбора являются проблемы, возникающие перед людьми, работающими в разных административных службах, — при управлении организациями и совокупностью организаций. Любой сотрудник административного аппарата обязан быть рациональным хотя бы для того, чтобы иметь возможность объяснить другим логические основания своего выбора.

Итак, далее будут рассматриваться проблемы рационального выбора в уникальных ситуациях, характерных для административной деятельности. Сразу же приведем примеры таких проблем.

1. Выбор плана капиталовложений. Имеются ограниченные ресурсы, которые можно использовать либо для реконструкции имеющихся предприятий, либо для строительства новых. Необходимо выбрать наилучший вариант распределения средств с учетом совокупности факторов: рентабельности выпускаемой продукции, обеспеченности квалифицированной рабочей силой и т. д.

2. Выбор проектов проведения научных исследований и разработок. При ограниченных средствах необходимо отобрать проекты проведения научных исследований и разработок, наилучшие с точки зрения совокупности различных факторов: ценности ожидаемых результатов, шансов на успех в достижении цели, квалификации будущих исполнителей, стоимости и т. д.

3. Выбор наилучших авторских заявок по написанию технических книг. При ограниченных производственных мощностях типографий и ограниченных фондах бумаги необходимо выбрать те авторские заявки, которые могут привести к появлению книг, нужных для народного хозяйства и пользующихся большим спросом у потенциального читателя.

4. Выбор плана производства изделий широкого потребления. При ограниченных производственных мощностях и специфике производственной базы определить, какие изделия, пользующиеся спросом у населения, целесообразно выпускать данному предприятию.

5. Выбор перспективного плана развития предприятия. С учетом перспективных планов министерства по развитию отрасли, большого числа производственных, социальных, экологических и других факторов необходимо выбрать наилучший возможный план развития крупного предприятия.

Список подобных проблем можно продолжить. Все они имеют следующие общие черты:

- уникальность, неповторяемость ситуации выбора;
- сложный для оценки характер рассматриваемых альтернатив;
- недостаточную определенность последствий принимаемых решений;
- наличие совокупности разнородных факторов, которые следует принять во внимание;
- наличие лица или группы лиц, ответственных за принятие решений,

Проблемы рационального выбора в уникальных ситуациях существовали всегда, но по ряду причин в последние десятилетия важность их значительно возросла. Прежде всего резко возрос динамизм окружающей среды и уменьшился период времени, когда принятые ранее решения остаются правильными. Во-вторых, развитие науки и техники привело к появлению большого числа альтернативных вариантов выбора. В-третьих, возросла сложность каждого из вариантов принимаемых решений. В-четвертых, увеличилась взаимозависимость различных решений и их последствий. В результате всего этого резко возросли трудности рационального решения проблем уникального выбора. Эти проблемы существенно усложнились, и люди, руководители организаций, встречаются с ними все чаще. В будущем можно ожидать еще большего разнообразия трудных и ответственных проблем уникального выбора.

Как же обычно решаются такие проблемы? Из истории мы знаем, что опытных руководителей отличает умение наилучшим способом использовать свой опыт и интуицию. В ситуациях принятия уникальных решений всегда существует нехватка информации, покрыть которую можно лишь верой в одну из возможных гипотез. Опытные руководители обычно используют все полезные советы, но поступают по-своему, на основе своей модели развития будущих событий, своей оценки тех или иных личностей. Проблемы принятия уникальных решений всегда требовали творческого подхода, озарения, другими словами, рациональный выбор в уникальных ситуациях по своей сути является особым искусством.

В наше время уникальные и сложные ситуации принятия решений встречаются все чаще и чаще, и от большего числа людей требуется владение таким искусством. Возрос также и уровень требований к принимаемым решениям. Но появились также и новые средства анализа проблем и оценки альтернативных вариантов. Именно об этих средствах будет идти речь в книге. Автор ставит своей целью проанализировать имеющийся арсенал средств и методов, помогающих руководителям рационально решать проблемы уникального выбора, и дать ответ на вопрос об их потенциальной эффективности.

Итак, что же могут дать современные средства анализа альтернатив для практиков — лиц, принимающих ре-



шения? Забегая вперед, сразу определим свою позицию: эти средства не являются панацеей от всех бед. Принятие решений было и будет искусством. Следовательно, человек, мало способный к этой деятельности, всегда будет уступать человеку, обладающему талантом к анализу проблем и решительностью в принятии решений.

Все это так, но любое искусство можно совершенствовать. Как известно, совершенствуется даже искусство делать изобретения, т. е. открывать принципиально новое. Специальные методы, о которых пойдет речь далее, предназначены для заострения интуиции и способностей руководителей. Опыт показывает, что они могут многое дать в умелых руках, могут значительно улучшить качество принимаемых решений. Однако как всякое вспомогательное средство решения творческих задач данные методы в свою очередь требуют творческого подхода. Научиться их применять не так просто. Правда, это не всегда нужно делать самому лицу, принимающему решение, — иногда можно использовать помощь специальных консультантов, о чем также пойдет речь далее.

Можно ли современному руководителю не интересоваться специальными методами анализа проблем и принятия решений? На наш взгляд, каждый должен решать этот вопрос сам для себя. Но ежедневная практика показывает, что один только опыт и интуиция не всегда могут помочь и знающим людям. Постройка заводов без анализа положения с рабочей силой, сооружение искусственных морей без учета экологических последствий — такие примеры говорят о необходимости комплексного, всестороннего анализа проблем при принятии решений.

Но самое существенное заключается в том, что для многих проблем принятия решений в настоящее время уже не ставится вопрос, использовать вспомогательные методы или нет. Вопрос стоит по-иному: хочет ли руководитель фактически быть лицом, влияющим на решение проблемы, либо он предпочитает без лишних забот утверждать подготовленные другими документы и передоверить им фактическое принятие решений? Дело в том, что при обилии сложных альтернативных вариантов возникает проблема реального соотношения влияний между лицом, обладающим правом принятия решений и несущим ответственность за них, и экспертами, без оценок которых нельзя фактически оценить альтернативы.

В этих условиях руководитель, желающий проводить определенный курс действий, не может ничего сделать без современных методов анализа вариантов принимаемых решений. Таким образом, для определенного класса проблем выбора вопрос эрудиции и любопытства практически уже заменен вопросом о фактической роли руководителя.

Эта книга предназначена для двух категорий читателей — лиц, принимающих решения (ЛПР), и консультантов по проблемам принятия решений. Для первых и вторых автор стремится дать оценку известных методов анализа вариантов решений, а также предложить новые методы. Предполагая, что читатели разных категорий обладают неодинаковой подготовкой в данной области, автор адресует им разные части книги: для лиц, принимающих решения, предназначены в первую очередь главы I—IV, вводные разделы из V и VI глав, вводный и заключительный разделы VII главы, глава VIII и заключение; специалистам по проблемам принятия решений адресованы в первую очередь главы V—VII,

# ВЫБОР В СЛОЖНЫХ СИТУАЦИЯХ И ТРУДНОСТИ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

### Проблемы уникального выбора

Среди многочисленных звучных имен, которые заслужил наш век,— век атома, век ЭВМ, век космоса, куда более прозаическим кажется на первый взгляд еще одно название, характеризующее XX столетие: век административного управления. Однако только на первый взгляд, поскольку размеры и влияние административного аппарата в промышленно развитых странах неуклонно растут, несмотря на многочисленные решения о сокращении штатов и реорганизациях, несмотря на отрицательную реакцию общественного мнения (нашедшую свое выражение в известном «законе Паркинсона»<sup>1\*</sup>).

В наше время на вновь появляющиеся проблемы государства реагируют созданием специальных административных органов, т. е. фактическим расширением административного аппарата. Так, например, во всех промышленно развитых странах в послевоенный период появились министерства науки и техники (или их эквиваленты). В последние 5—7 лет возникают административные органы по охране окружающей среды. Даже в классической стране свободного предпринимательства — США государство отреагировало на энергетический кризис в первую очередь созданием специального агентства по энергетике — ЭРДА, а затем — министерства энергетики.

Каждый административный орган, существующий в течение десятилетий или недавно организованный, живет своей особенной жизнью. Как нет двух одинаковых людей, так нет и двух одинаковых административных аппаратов: это естественно, поскольку функционирование

---

\* Здесь и далее цифра соответствует номеру источника в списке литературы, приведенном в конце книги.

административных служб существенно зависит от характеров, талантов работающих в них людей. Но, несмотря на внешнюю непохожесть, административная деятельность характеризуется одними и теми же элементами административных функций, которые определяются следующим набором умений: прогнозировать, организовывать, распоряжаться, координировать, контролировать<sup>2</sup>. Принятие решений (умение распоряжаться) является центральным элементом административной деятельности, по отношению к которому все остальные могут рассматриваться как вспомогательные. Мы далее под принятием решений будем понимать особый вид человеческой деятельности, направленный на выбор лучшей из имеющихся альтернатив. Это определение указывает на три необходимых элемента процесса выбора:

- проблема, требующая разрешения;
- человек или коллективный орган, принимающий решение;
- несколько альтернатив, из которых осуществляется выбор.

При отсутствии одного из этих элементов процесс выбора перестает существовать.

Сделаем следующие предположения о ситуации, в которой находится лицо, принимающее решения:

оно обладает правом выбора из множества альтернатив; несет ответственность за принятые решения; заинтересовано в осуществлении выбора, стремится разрешить имеющуюся проблему. Хотя эти предположения могут показаться естественными, они выполняются далеко не всегда. Бывают случаи, когда внешние требования, указания вышестоящих организаций практически предопределяют действия руководителя, навязывая ему выбор определенных альтернатив. В других случаях руководитель может быть удовлетворен положением, когда он фактически отстраняется от принятия решений, уступает другим право принятия решений — в этом случае у него нет мотивации к разрешению проблемы.

На условия выбора влияет новизна рассматриваемой проблемы. Если одна и та же проблема встречается неоднократно, то у руководителя вырабатываются типовые методы ее решения. Со временем эти методы могут войти в регламентирующие документы, определяющие решения — при этом выбор исчезает. Но существуют уникаль-

ные проблемы выбора, когда каждый раз выбор предстает в совершенно другом виде. Это могут быть новые для руководителя объекты выбора (варианты уникальных проектов), либо выбор осуществляется каждый раз в различных условиях (разработка перспективных планов). Такой выбор является наиболее трудным. Он требует выявления основных факторов, влияющих на будущие последствия решения, взвешивания всех «за» и «против».

### **Трудность проблем уникального выбора**

При решении проблем выбора в уникальных ситуациях приходится преодолевать ряд существенных трудностей.

*Многоаспектный характер оценок качества альтернатив.* В большинстве случаев оценки качества альтернатив можно приближенно разделить на оценки эффективности и оценки стоимости.

Для многих проблем уникального выбора понятия стоимости и эффективности многоаспектны. Прошли те времена, когда оценку эффективности каждой из альтернатив можно было осуществлять по единому денежному критерию. Как правило, для рационального решения необходимо принимать во внимание прямые и косвенные оценки эффективности, оценки с точки зрения внешней среды и побочных явлений. Денежные оценки эффективности являются лишь одними из многих. То же относится и к оценкам потерь, так как многие потери при реализации альтернатив трудно выразить в деньгах. Принимаемые решения могут существенно влиять на различные группы людей, что увеличивает количество возможных оценок. Во многих случаях необходимо учитывать изменения оценок во времени. Наряду с известной по экономической литературе проблемой учета будущих затрат и выгод все чаще возникают проблемы учета новых типов оценок, которые характеризуют последствия принимаемого решения в разные моменты будущего.

*Трудности выявления всех аспектов сравнения альтернатив.* Признание того факта, что альтернативы следует оценивать многоаспектно, делает проблему оценки более реалистичной, но ставит трудный вопрос о полноте списка аспектов. Конечно, иногда сама проблема диктует руководителю, что именно надо принять во внимание, а что — отбросить. Но чаще всего этот вопрос перера-

стает в самостоятельную проблему. В ряде случаев набор аспектов для руководителя не совпадает с набором для вышестоящей организации и т. д.

*Трудности сопоставления разнородных качеств.* Существование разнородных аспектов оценки альтернативы ставит перед руководителем трудные проблемы их сопоставления. Прежде всего, такое сопоставление всегда субъективно и поэтому всегда может быть подвергнуто критике. Крайне трудно, например, найти меру снижения экономической эффективности проекта, эквивалентную определенному уменьшению загрязнения окружающей среды. Эти проблемы усугубляются во много раз при коллективном принятии решений: у каждого из членов коллективного органа, принимающего решения, могут быть разные меры сопоставления разнородных качеств. Одни могут быть заинтересованы в первую очередь в чисто экономических критериях, другие — экологических и т. д.

Проблемы сопоставления разнородных качеств сложны еще и потому, что это — наиболее ответственная задача для руководителя, принимающего решения. Стремление передоверить такое сопоставление экспертам, скрыть его за псевдообъективными моделями равносильно для руководителя отказу от принятия решений.

*Субъективный характер многих оценок качества альтернатив.* Многие из оценок качества альтернатив можно получить либо путем построения специальных моделей, либо путем сбора и обработки экспертных заключений. Как тот, так и другой способы связаны с использованием субъективных оценок либо специалистов, разрабатывающих модели, либо экспертов. Для проблем уникального выбора надежность подобных субъективных оценок не может быть абсолютной. Даже при полном единодушии экспертов возможен такой поворот событий, когда их оценки окажутся неправильными. Возможно также существование различных моделей либо несопадение оценок экспертов. Следовательно, несколько альтернатив могут иметь разные оценки и результат выбора зависит от того, какие из этих оценок будут использованы.

*Трудность организации работы экспертов.* Основным источником информации для оценки альтернатив являются люди, эксперты. Однако получить от них требуемую информацию далеко не просто. Часто от экспертов тре-

буется весьма существенная по объему работа, в то же время лучшие специалисты, как правило, люди занятые, загруженные основной работой. Возникает вопрос о том, каким образом стимулировать их интенсивную, творческую работу по оценке альтернатив. Кроме того, эксперты могут быть пристрастны и отдавать предпочтение какой-либо из альтернатив. Возможно наличие прямого или косвенного давления на экспертов с целью изменить их оценки в пользу каких-то альтернатив. Естественно, что руководитель заинтересован в получении по возможности беспристрастной информации. Лицо, принимающее решение, по своему положению в задаче принятия решений стремится найти компетентных экспертов, которые выступали бы в виде беспристрастных измерителей качеств альтернатив. Но так как в ряде ситуаций люди субъективны и пристрастны, а круг лучших экспертов для многих проблем сравнительно узок, то проблема получения надежной информации от экспертов далеко не проста.

*Трудности получения полного списка альтернатив.* Конечно, задача оценки альтернатив в сложных проблемах выбора достаточно сложна. Но в ней имеется одно существенное предположение — что набор альтернатив уже известен. Иногда же оказывается, что лучшее решение проблемы связано с новым взглядом на нее, т. е. с поиском новой альтернативы. Проблема полноты списка альтернатив является одной из сложных проблем в процессе выбора.

## **Организационные системы решения проблем выбора**

В административных органах существуют организационные системы решения сложных проблем выбора, которые состоят из утвержденных правил сбора и анализа информации (обычно со сроками), порядка рассмотрения вариантов, их согласования и утверждения. Так, например, организационная система подготовки пятилетнего плана министерства или ведомства может включать в себя: получение директивных указаний от вышестоящего органа, разработку прогнозов, сбор предложений от организаций, обсуждение предложений специальными комиссиями или научными советами, окончательное утверждение предложений комиссий. Во многих случаях организационные

системы решения проблем выбора возникают на основе опыта решения подобных задач в прошлом. Рассматривая эти системы с формальной стороны, следует отметить, что они предусматривают необходимые этапы обсуждения проблем, привлечение компетентных экспертов, сбор информации для лица, принимающего решение. Однако неформальный анализ принимаемых решений показывает, что иногда эффективность существующих организационных систем не соответствует предъявляемым к ним требованиям.

Дело в том, что в последние 10—20 лет сложность решения проблем выбора существенно возросла и многие из традиционных способов их решения оказались мало пригодными.

Прежде всего многие из существующих организационных систем не включают в себя жизненно важный этап определения политики выбора — перечня аспектов, которые необходимо учитывать при принятии решений. Иногда такие перечни заменяются противоречивыми высказываниями типа «максимум эффективности при минимуме потерь», либо неконкретными директивами. Стремление к учету лишь количественных аспектов принимаемых решений маскируется в утвержденных методиках оценки альтернатив в виде различных псевдообъективных формул. В таких формулах делается попытка строго обосновать соотношения между некоторыми количественными показателями, а многие качественные показатели (требования к квалификации исполнителей работ, ущерб окружающей среде, возможное влияние на климат и т. д.) просто остаются без внимания. Следствием всего этого является односторонний характер принимаемых решений, что приводит к нежелательным последствиям как для лица, принимающего решение, так и для лиц, которых затрагивают принимаемые решения. В результате таких решений остается без использования закупленное уникальное оборудование, построенные заводы сразу же нуждаются в реконструкции, разрабатываемые планы не соответствуют официально утвержденным направлениям деятельности и т. д.

В подобных случаях причина заключается не в просчетах того или иного руководителя, хотя бывает и такое. Причина глубже — в неспособностях некоторых организационных систем эффективно решать многие за-



дачи уникального выбора. Некоторые процедуры использования экспертов не соответствуют современным требованиям. Известны случаи, когда комиссии и советы работают формально, а выносимые рекомендации отражают мнение одного-двух авторитетных членов комиссии. Иногда в комиссии входят эксперты, прямо заинтересованные в выборе определенных альтернатив, или советы и комиссии состоят из специалистов, для которых данная деятельность является дополнительной и обременительной нагрузкой.

Анализ альтернатив требует больших затрат квалифицированного труда. Часто сотрудники административного аппарата, занятые оперативной работой и выполнением многочисленных поручений, просто не имеют времени для проведения такого анализа. Кроме того, они не всегда в достаточной мере подготовлены для выполнения соответствующей аналитической работы. Это приводит к тому, что глобальным стратегическим проблемам выбора уделяется столько же внимания, сколько и мелким поручениям. Отдельные части административного аппарата переходят в состояние, метко названное Коэндр «административным склерозом». Следствием этого является недостаточная подготовленность и обоснованность принимаемых решений.

При отсутствии четкой, продуманной политики, контроля над работой экспертов, строгого анализа их предложений могут появиться несогласованные и даже противоречивые решения.

Итак, возросшая сложность проблем выбора требует подготовки и использования специалистов-профессионалов по анализу вариантов принимаемых решений; разработки и практического использования специальных методов анализа и сравнения сложных альтернатив, возникающих в процессе выбора.

### **Диалог автора с неизвестным лицом, принимающим решения**

**ЛПР:** Следует ли понимать вышесказанное как утверждение о невозможности в рамках существующих процедур эффективно решать проблемы уникального выбора?

**А:** Проблемы уникального выбора различаются по своей сложности. Сложность их нарастает с увеличением количества альтернатив, периода, на который принимается решение, количества аспектов оценки альтернатив и числа лиц и организаций, которых затрагивает решение. Для более простых проблем выбора и при удачной организации работы экспертов существующие процедуры принятия решений могут оказаться удовлетворительными. Утверждается, что с возрастанием сложности проблем выбора традиционные организационные системы становятся все более неэффективными. Это — тенденция, а на практике многое зависит от личных качеств и опыта руководителей.

**ЛПР:** Известно высказывание бывшего государственного секретаря США Г. Киссинджера, что принятие решений — это когда вам приносят три варианта, два из которых никуда негодные, а третий — очевидно хороший. Не характерно ли для практики такое положение, когда еще до выбора и так ясен наилучший вариант?

**А:** Нет, это не так. Прежде всего при наличии альтернатив сложного характера ни руководитель, ни его аппарат не могут сами сравнить их и вынуждены получать оценки от разных экспертов и как-то учитывать их. Если необходимо выделить подгруппу лучших альтернатив из группы возможных, то могут, конечно, встретиться альтернативы, явно превосходящие все другие. Но такие случаи, к сожалению, редки. На практике чаще всего одна альтернатива уступает другой в одном отношении, но превосходит в другом. Даже в случае небольшого числа альтернатив при большом числе учитываемых аспектов необходим тщательный анализ. Так, при выборе трассы нефтепровода через Аляску в США детально сравнивались три основных варианта. Даже если один из вариантов может на первый взгляд показаться лучше других, необходим анализ, чтобы убедиться в этом.

**ЛПР:** Так ли необходимо учитывать многочисленные аспекты оценки альтернатив? Может быть, следует выделить один-два основных аспекта и ограничиться ими?

**А:** В большинстве современных ситуаций, тем более в ближайшем будущем, такой подход окажется близоруким. Сейчас, например, при строительстве предприятий необходимо учитывать вопросы рабочей силы, загрязнения окружающей среды, выхода продукции на мировой рынок

и т. д. Эти аспекты становятся сравнимыми по своей важности с чисто экономическими.

**ЛПР:** Если решения относятся к будущему, то они могут оказаться неудачными не только из-за плохого выбора, но и из-за появления новых, неожиданных факторов после принятия решений. Стоит ли в таком случае тратить усилия на процесс выбора, не лучше ли взять первый удовлетворительный вариант?

**А:** Конечно, любой тщательный выбор не может гарантировать успех в отдаленном будущем. В связи с этим в каждом случае должен быть определен период времени, после которого следует пересматривать принятые решения. Анализ многих неудачных решений учит нас, что причина их лежит в недостаточном внимании к процессу выбора. Так, в 1940 г. одна из американских самолетостроительных компаний при определении стратегии развития совершила ошибку, избрав курс на поршневые двигатели, хотя в то время уже имелись реактивные двигатели и были эксперты, понимавшие их значение<sup>3</sup>.

**ЛПР:** В административном аппарате часто существуют группы и отделы, ответственные за подготовку решений. О каких же профессионалах можно еще говорить?

**А:** Появилась объективная потребность в специалистах, способных профессионально выполнять аналитические исследования по сравнению альтернатив. Профессионал превосходит любителя тем, что он сталкивается с большим числом случаев, поэтому лучше оценивает место каждого из них среди многих. Любой аппарат имеет сложную историю развития. Часто сотрудники, привыкшие к традиционным организационным системам, либо не видят их недостатков, либо в силу естественного консерватизма считают, что новое может оказаться хуже старого. Кроме того, по своему положению они специализируются на определенной проблеме принятия решений. К тому же, как мы увидим далее, до проблемы выбора добраться нелегко: необходим анализ административной системы, который в большинстве случаев легче осуществить опытному консультанту.

**КОНСУЛЬТАНТЫ И МЕТОДЫ ИХ РАБОТЫ****Консультативные организации**

Консультативные организации возникли после Второй мировой войны в качестве ответа на объективно возникшую потребность в анализе альтернативных вариантов сложных решений. Первой из таких организаций стала знаменитая ныне «РЭНД-Корпорейшн», выполнившая в 40-х годах ряд ставших уже классическими исследований для министерства ВВС США. В настоящее время в США существует уже свыше 7 тысяч консультативных организаций, причем число их устойчиво возрастало все послевоенные годы. Среди наиболее известных американских консультативных организаций кроме «РЭНД-Корпорейшн» следует назвать: «Артур Д. Литтл», «Гудзоновский институт», «Систем девелопмент корпорейшн», «Мак-Кинси». Их деятельность подробно описана в книге П. Диксона «Фабрики мысли»<sup>1</sup>. Множество консультативных фирм существует в европейских странах, в Японии. Крупные консультативные фирмы имеют филиалы в других странах.

Консультативные организации несут с собой принципиально новый вид продукции. Эта продукция имеет вид кратких отчетов, с идеями и предложениями и, как правило, предназначена для индивидуального заказчика.

Деятельность консультативных организаций можно сравнить с деятельностью врача: и тут и там основой успеха являются правильный диагноз и верный путь лечения. Чаще всего работа консультативных фирм организуется следующим образом. В административном аппарате, либо в какой-то иной организации возникает необходимость в разрешении проблемы, причем руководитель понимает, что своих усилий недостаточно и нужен совет специалистов. Консультативная организация направляет к заказчику группу консультантов, которые изучают поставленную перед ними задачу и подготавливают предварительный отчет со своим описанием сути

задачи и возможных путей ее решения. После одобрения этого отчета заказчиком консультанты приступают к работе. Их деятельность напоминает действия опытного врача, производящего осмотр больного: многочисленные беседы, изучение официальных отчетов, поиск основных причин, влияющих на создавшееся положение и т. д. Свои выводы они представляют в специальном отчете, содержащем «взгляд со стороны» на положение дел.

Что же цепного несет с собой деятельность консультативных фирм? Почему к ним обращаются специалисты, прекрасно знающие свои организации, их внешнее окружение и понимающие суть рассматриваемых проблем?

Имеются две основные причины. Первая из них заключается в том, что консультанты-профессионалы по роду своей работы встречаются со множеством сложных проблем и наблюдают различные пути их решения. Конечно, каждая проблема уникальна, но отдельные ее элементы могли наблюдаться раньше. Кроме того, частое столкновение с трудными проблемами вырабатывает ряд профессиональных навыков. У консультантов постепенно возникает ценный опыт анализа сложных проблем, определенная методология поиска решений. Эта методология может оказаться полезной при активной помощи лиц, хорошо знающих специфику конкретной проблемы. Некоторым из навыков консультанты сами учатся у лучших из руководителей, а потом передают этот опыт другим (недаром Паркинсон сравнивал консультантов с пчелами, которые, перенося пыльцу с одного цветка на другой, опыляют их). В ряде случаев может принести пользу сам процесс поэтапного анализа проблемы. Так, на основе изучения административного аппарата США Р. Хилсмен сделал вывод, что «государственные деятели и ответственные чиновники... признавая важность анализа и здравого смысла, по-видимому, не вполне понимают значение дисциплинирующего процесса более или менее научного анализа или роли теории и концепций как средств такого научного анализа»<sup>2</sup>.

Вторая причина не менее важна и заключается в том, что при анализе сложных проблем может оказаться особенно ценным взгляд со стороны, взгляд независимых людей, не связанных с традициями данной организации и по своему положению менее консервативных. Возможно, что правильные решения возникают и у сотрудников

организации, обращающейся за помощью к консультантам, но не всегда эти решения могут быть доведены до сведения руководителя. Как известно, нет пророка в своем отечестве, поэтому предложения консультантов воспринимаются руководством совсем по-иному.

Используя аналогию с медициной, отметим, что самолечение обычно приносит вред, хотя наблюдательный больной намного лучше знает свой организм, чем врач. Несомненно также, что опытный врач многое извлекает из своих предыдущих удач и неудач в лечении определенных болезней. Как и врачи, консультанты ничем не застрахованы от ошибок, кроме своего опыта и интуиции, а опыт и интуиция, как известно, развиваются с практикой. Талантливый аналитик, попавший в консультативную организацию, может со временем стать ценным «источником» полезных советов.

Конечно, указанных причин недостаточно для понимания успеха многих консультативных фирм: необходимо «заглянуть внутрь», понять характерные черты стиля работы этих сравнительно новых организаций.

### **Некоторые характерные черты в работе консультативных фирм**

В работе лучших из консультативных фирм можно отметить следующие характерные черты.

*Внимание к нуждам заказчика.* Консультативные организации стремятся в ходе обследования не только установить пути решения конкретной проблемы, но посмотреть шире: понять связь этой проблемы с нуждами заказчика, помочь заказчику найти общий взгляд на положение вещей. Иногда из такого анализа следует, что поставленную задачу решать не надо, нужно рассмотреть более общую задачу. Так, одна из французских консультативных фирм, выполняя анализ организационной структуры управления предприятием, предложила произвести перестройку производства и перейти на выпуск другой продукции. Так же и опытный врач старается лечить не симптом, а основную причину заболевания.

Опытные консультанты никогда не пытаются заранее, до изучения самой проблемы, определить методы ее решения. Какими бы модными ни были эти методы — автоматизированные системы управления, программно-

целевой подход, управление по целям, консультанты прежде всего стараются установить реальные потребности заказчика. Заметим, что точно так же опытный врач понимает уникальность каждого человеческого организма и ищет наилучшие пути его лечения.

*Конфиденциальный характер работы.* Чтобы консультанты могли понять суть решаемой проблемы, им нужно многое узнать об организации, ее фактической структуре, внутренней жизни. Естественно, такие сведения даются неохотно. Любой административный аппарат не заинтересован в том, чтобы «окружающий мир» узнал о реальных процедурах принятия решений, о несовершенстве структуры, близорукости руководства и ошибках в выборе альтернатив. Как видим, существует вполне обоснованная «защитная реакция» на допуск посторонних людей к деловым тайнам жизни административного аппарата. В то же время консультанты не смогут ничего сделать без понимания сути решаемой проблемы.

Практика подсказала выход из этого положения — полная конфиденциальность в проведении работы. Результаты работы для заказчика принадлежат заказчику. Большинство конкретных работ консультативных фирм оформляются в виде отчетов с грифом «Для служебного пользования», причем срок действия этого грифа определяет заказчик. Сотрудники консультативных фирм часто публикуют статьи с изложением новых методов, но иллюстрируют их вымышленными примерами. Бывает, что по просьбе заказчика на определенный период задерживается и публикация новых методов решения проблем. Так, известный метод опросов экспертов, «Дельфи», разработанный в «РЭНД-Корпорейшн», был опубликован через 7—8 лет после его применения для целей ВВС США.

*Специализация на определенном типе проблем.* Как правило, консультативные фирмы специализируются на определенном типе проблем, стремясь быстрее накопить опыт и вырастить профессионалов-консультантов по этим проблемам. Так, американская фирма «Мак-Кинси» дает советы по стратегическим решениям на уровне управления крупными организациями, «Систем девелопмент корпорейшн» разрабатывает математическое обеспечение для решения задач анализа данных и информационных систем. В крупных фирмах имеются отделы, специализи-

рующиеся на определенных проблемах. Так, французская фирма «СЕМА» имеет отделы анкетных опросов, прогнозирования, планирования научных исследований. Только немногие фирмы (например, «Артур Д. Литтл») берутся практически «за все». Это довольно трудное и рискованное амплуа, которое может оказаться успешным лишь для очень большой и опытной фирмы. Трудно быть специалистом вообще по принятию решений: при этом можно оказаться «верхоглядом», знающим «ничего обо всем». Специализация, как правило, привлекает заказчиков. Ведь все мы стремимся обращаться к врачам-специалистам по определенным типам болезней.

*Независимость от заказчика.* Консультативные фирмы, имеющие авторитет и репутацию в какой-то области, обладают определенной независимостью от заказчика. Часто по условиям контракта заказчик оплачивает работу консультантов во время предварительного обследования. Конечно, по финансовым соображениям консультативные фирмы заинтересованы в получении крупного контракта. Но иногда консультанты приходят к выводу, что проблемы выбора нет и они приглашены для того, чтобы объявить единственный вариант наилучшим. Известный французский ученый, профессор Б. Руа считает, что в таких случаях консультант должен прямо заявить об этом заказчику и отказаться от продолжения работ.

Во многих случаях эта независимость — чисто кажущаяся, особенно когда речь идет о крупном заказчике, на которого в основном работает фирма (чаще всего в роли такого заказчика выступает государственный административный аппарат).

*Высокая квалификация консультантов.* Непрерывная работа над повышением квалификации своих сотрудников — важная составляющая внутренней жизни многих консультативных фирм. Дело в том, что работа консультанта предъявляет особые требования не только к профессиональным знаниям консультанта, но и к чертам его личности. От консультанта требуется умение налаживать отношения с людьми самого разного склада, спокойный и уравновешенный характер, умение поддерживать беседы на разнообразные темы, понимать заботы и опасения своих собеседников. Наряду с этим необходим талант анализа сложных проблем. Поэтому происходит строгий отбор желающих работать в консультативной фирме. Так,



в английских консультативных фирмах на постоянной работе остается 1 человек из 100 претендентов<sup>3</sup>.

Сотрудник, принятый в фирму, проходит обучение. Обычно его включают в бригаду из 2—3 человек, возглавляемую опытным консультантом, и обучение происходит в ходе решения практических задач. Такой способ обучения — наилучший для данного вида деятельности. Так, например, во французской фирме «СЕМА» молодого сотрудника вводят в состав 2—3 групп одновременно, чтобы сразу несколько опытных работников фирмы могли составить о нем свое мнение. Периодически сопоставляются оценки различных людей, которые влияют на повышение в должности молодого сотрудника.

Работа в консультативных фирмах сложнее, чем во многих других местах. Как правило, она неплохо оплачивается, но дело не только в этом. Консультанты в процессе своей деятельности приобретают богатый практический опыт, который помогает им далее в работе на самых разных постах.

*Совместная работа с заказчиком.* Психологически понятно, почему многие люди без особого энтузиазма встречают предложения и советы, касающиеся работы, которую они выполняют. Тем более это справедливо для сотрудников административного аппарата, вынужденных работать рядом с консультантом, которого пригласил их руководитель. В то же время консультанту крайне важен для быстрого анализа проблемы деловой контакт с сотрудниками аппарата. Обычным путем решения многих проблем является организация групп из консультантов и сотрудников административного аппарата. Результаты анализа принадлежат группе в целом. Часто сотрудники аппарата получают при этом дополнительную подготовку, повышают свою квалификацию. У них появляется стимул сотрудничать с консультантами. Такая совместная работа может иметь и побочные последствия. У крупных организаций может возникнуть желание обучить своих сотрудников и создать свои «консультативные отделы». Такую тенденцию можно наблюдать в Японии и последние годы во Франции,

## Диалог автора с неизвестным лицом, принимающим решения

**ЛПР:** Утверждение о реальной пользе консультантов представляется сомнительным, поскольку консультанты не могут обладать знанием конкретных особенностей рассматриваемой проблемы выбора, а путь к удачному решению проблемы связан именно с глубоким знанием конкретных обстоятельств.

**А:** Практики склонны переоценивать роль конкретных особенностей своей проблемы. При анализе путей решения различных по своей природе научно-технических, организационных и даже политических проблем выбора могут встретиться некоторые удивительно похожие моменты: выделение основных факторов, поиск альтернатив, взвешивание всех «за» и «против» и т. д. Эта похожесть влечет за собой ряд методологических правил анализа проблем и предопределяет выбор специальных методов, помогающих лицам, принимающим решение, проводить такой анализ.

Анализируя опыт решения проблем в разведывательном аппарате США, Р. Хилсмен говорит о руководителях-практиках, которые «видимо, склонны считать, что практический опыт имеет гораздо большее значение... а теория, напротив, меньшее». На жизненных примерах он показывает, что работа руководителя состоит в выдвижении и проверке гипотез, в анализе и сравнении альтернатив. «Несомненно, — пишет он, — теоретическая и методологическая подготовка была бы весьма полезным и, возможно, даже необходимым дополнением к умственным способностям работника, занятого проверкой подобных гипотез, и, кроме того, у нас есть основания утверждать, что в ряде случаев или в некоторых областях такая подготовка может стать также условием возникновения удачной догадки». И заключает: «Иногда политическое решение, принятое вот так, на основе только одной интуиции, может оказаться правильным. Тем не менее такой порядок решения важнейших политических вопросов таит в себе большую опасность».

Э. Квейд, рассматривая роль анализа в принятии сложных военно-технических решений, пишет о нем, как о средстве заострения интуиции руководителя, которое может дать исключительно большой эффект.

Итак, специфические знания консультанта могут оказаться полезными в самых разноплановых задачах при условии, конечно, хорошей профессиональной подготовки этого консультанта. Кроме того, в административном аппарате анализ альтернатив редко выделяют как самостоятельную проблему. Чаще всего руководитель решает одновременно несколько задач. В этих условиях свежий человек, консультант, может расширить его фактические возможности.

**ЛПР:** Как убедиться в уровне профессиональных знаний консультанта, в правильности его подхода к решению проблемы?

**А:** Единственно надежные свидетельства профессионального умения — это результаты работы, т. е. решенные практические задачи. В описании успешного роста фирмы «Мак-Кинси» есть одна интересная деталь: клиентура фирмы увеличивалась за счет того, что одни клиенты, удовлетворенные результатами деятельности консультантов фирмы, рекомендовали ее другим. Для руководителя важно поверить, что его заботы — это заботы и консультанта. Конечно, мало шансов на успех имеют консультанты, стремящиеся применить как универсальное какое-то одно средство решения проблем, например автоматизированную систему управления, или использовать «всеобъемлющие» методические указания. В общем случае стороны должны иметь равные возможности выбора. Руководитель должен иметь возможность выбрать консультанта, близкого ему по подходу к рассмотрению проблем.

**ЛПР:** Не является ли деятельность консультантов фактической заменой деятельности руководителя? Не вносят ли консультанты свои предпочтения, вкусы и оценки в рассмотрение проблем?

**А:** Опытный консультант понимает, что это является одной из опасных ошибок. Естественно, что в сложной проблеме выбора руководитель несет всю ответственность за принятие решений и хочет, чтобы его политика лежала в основе принятия решений. Роль консультанта состоит в рациональной организации процесса принятия решений: четком выявлении политики, предпочтений руководителя, организации получения и обработки информации от экспертов, наглядном представлении информации, получаемой с ЭВМ, и т. д.

**ЛПР:** В чем же состоят основные профессиональные знания консультантов? Или, пользуясь вашей аналогией, каковы лекарства, которые используются для лечения? Что тут действует — волшебная палочка или просто систематическое использование здравого смысла?

**А:** Кратко скажем так: основной методологический арсенал консультантов можно условно разделить на две части — рациональные процедуры решения проблем, получившие название обобщенного здравого смысла, и специальные методы оценки и сравнения альтернатив. И то и другое заслуживает критического изучения.

### ОБЩИЕ ПОДХОДЫ И РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ В ПРОБЛЕМАХ ВЫБОРА

В последние 30—40 лет появились подходы, рассматриваемые многими как универсальное средство решения всех сложных проблем. Наибольшую известность среди них получил так называемый системный подход. Появление и широкое распространение ЭВМ привело к другому универсальному рецепту — информационным системам для организационного управления. Широкое распространение получили математические модели. Каждый из названных общих подходов может рассматриваться в самых различных аспектах. Так, существуют чисто философские исследования проблем системного подхода<sup>1</sup>. Понимая всю важность и разнообразие этих аспектов, мы тем не менее ограничимся далее рассмотрением общих подходов только с одной точки зрения, основной для данной книги — с точки зрения их практической пригодности для решения проблем выбора в уникальных ситуациях.

#### Системный подход

В наши дни слово «системный» широко используется в самых разнообразных сочетаниях. В инженерных системах говорят о системотехнике<sup>2,3</sup>, известен системный анализ<sup>4</sup>, системное управление проектами<sup>5</sup>, системное проектирование организаций<sup>6</sup> и т. д. Очевидно, что происхождение слова «системный» во многом связано с идеями общей теории систем<sup>7</sup> и кибернетики<sup>8</sup>.

Основными понятиями, используемыми обычно при системном подходе, являются система, процесс, вход, выход, обратная связь, ограничения<sup>9</sup>. Эти понятия применяются для систем самой разной природы. В интересующих нас процессах выбора проекта уникального объекта, разработки пятилетнего плана ведомства и т. д.

также можно выделить соответствующие системы (и в них — подсистемы), понять их связь с другими системами, определить вход (входная информация), выход (решение), обратные связи (анализ решения) и ограничения (ресурсные, людские и т. д.). В итоге выделяются системы, решающие определенные проблемы.

Что же обычно понимают под словами «системный подход?» Для ответа на этот вопрос рассмотрим имеющиеся рекомендации по «системному» решению различных по своему характеру проблем.

В соответствии с подходом системотехники выделяются следующие этапы решения проблемы<sup>3</sup>:

- уяснение задачи и выбор целей;
- перечисление или изобретение альтернатив;
- анализ альтернатив;
- выбор наилучшего решения;
- представление результатов.

В подходе анализа систем и исследования операций обычно выделяют пять логических элементов:

- выделить цель или совокупность целей;
- выделить альтернативные средства, при помощи которых можно достичь цели;
- определить ресурсы, необходимые при использовании каждой системы;
- построить математическую (при подходе исследования операций) или логическую (что бывает чаще при подходе анализа систем) модель, т. е. ряд зависимостей между целями, альтернативными средствами их достижения, окружающей средой и ресурсами;
- определить критерий выбора предпочтительной альтернативы.

В процессе формирования решений в организации можно выделить следующие этапы<sup>6</sup>:

- определение целей организации;
- выявление проблем в процессе достижения этих целей;
- исследование проблем и постановка диагноза;
- поиск решения проблемы;
- оценка всех альтернатив и выбор наилучшей из них;
- согласование решений в организации;
- утверждение решений;
- подготовка к вводу решений в действие;

- управление применением решения;
- проверка эффективности.

Похожие этапы можно встретить в самых разных статьях и книгах — всюду, где идет речь о последовательном подходе к рассмотрению сложных проблем. Весьма схожи общие рецепты также и для «изобретателей» творческих решений принципиально новых проблем<sup>10</sup>.

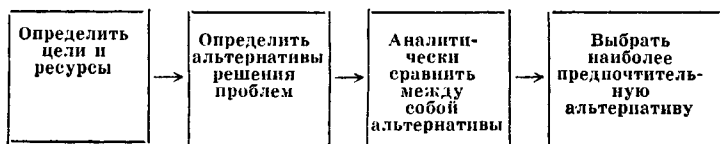


Рис. 1

Рисунок 1 отражает то общее, что имеется в различных системных подходах: определение четкой последовательности действий, учет целей и средств: выделение и последовательное рассмотрение альтернативных вариантов решения проблем, стремление к рациональному выбору между ними. Эти идеи настолько общие, что их вполне можно назвать проявлением здравого смысла. Вероятно, многие рационально мыслящие люди всегда используют эти методы при решении сложных задач.

Итак, системный подход к решению проблем различного характера с утилитарной точки зрения связан прежде всего с выделением системы из внешней среды и определением совокупности последовательных, логичных шагов рассмотрения проблемы. Назовем эти черты общей схемой системного подхода. Чем же различаются системные подходы, предназначенные для решения различных проблем? В первую очередь — способами аналитического сравнения альтернатив. Так, например, в системотехнике используются стандартные методы расчета различных классов технических систем (электронных схем, систем автоматического регулирования и т. д.). При использовании подхода исследования операций имеется целый класс методов: математического программирования, вероятностные, сетевого планирования и т. д. При подходе анализа систем используется в первую очередь метод стоимость — эффективность.

Есть примеры, когда общая схема системного подхода используется для решения сложных проблем без специальных способов аналитического сравнения альтернатив. Последнее время общая схема системного подхода очень популярна. Трудно найти проблему, при решении которой не рекомендовалось бы использовать системный подход.

Рассмотрим пример использования общей схемы, приведенный в книге известного американского специалиста С. Янга<sup>6</sup>. По замыслу автора этот пример демонстрирует мощь общих принципов системного подхода. Речь идет о выборе системы управления крупной больницей. Вновь назначенный директор значительно улучшил систему управления, применив основные идеи системного подхода. Что, в сущности, он сделал?

В больнице было несколько отделений, заведующие которыми чувствовали себя полными хозяевами в своих владениях и, таким образом, существовала децентрализация в принятии решений. Когда цели отделений были противоречивыми, конфликт разрешался при помощи директора или его заместителя. Заведующие отделениями боролись за право получения средств на приобретение оборудования из общего и, естественно, ограниченного источника. Каждый из них стремился завоевать доверие директора, чтобы оказывать влияние на его решение, заручиться его благосклонностью.

Система, которую ввел новый директор (последовательно применяя идеи системного подхода), характеризовалась следующими чертами. Обязанности каждого отделения были определены письменными инструкциями. Любые предложения, исходящие от одного отделения и затрагивающие работу других отделений, должны были выдвигаться письменно и согласовываться с заведующими всех отделений. Кроме того, директор взял непосредственно в свои руки распределение средств на оборудование. В самих отделениях были введены регулярные совещания, протоколы которых поступали в дирекцию. В целом появилась более централизованная система принятия решений на основе коллективно согласованных предложений.

Рассматривая критически данный случай, можно отметить, что он не является бесспорным. Привлечение заведующих отделениями к систематической оценке под-



готовящихся решений является положительным явлением, которое может быть введено (и вводилось в прошлом) без знания перечня этапов, приведенных выше. Конечно, новый директор предпринял ряд разумных шагов. С другой стороны, требование представления в дирекцию уже согласованных между всеми заведующими отделений компромиссных решений может привести к торжеству консерватизма в организации. Недаром новый директор обнаружил, что «для отбора наилучших решений возникающих проблем заведующие пользуются разными критериями. Вместо того чтобы руководствоваться целями больницы, они, видимо, применяли собственные критерии, стремясь укрепить позиции своего отделения или личное положение». Пытаясь с этим бороться, директор настоял, чтобы заведующие отделениями отбирали и рассматривали предложения, основываясь на общей цели всей больницы: улучшение ухода за больными при минимальных расходах.

Декларативный характер этого критерия, невозможность с его помощью конструктивно оценить принимаемые решения, очевидны. Новая система в целом (по свидетельству самого Янга) не устранила противоречий между отделениями. При анализе данного примера поражает безразличный подход к сотрудникам организации. Новый директор ориентируется не на личности работающих с ним людей, а на общую схему системного подхода. Ясно, что на практике распределение влияния в организациях зависит от соотношения характеров, талантов людей.

Пример этот интересен тем, что он является случаем применения системного подхода «в чистом виде», описанным одним из известных американских специалистов.

С чисто прагматической точки зрения можно высказать следующие соображения. Общая схема системного подхода нуждается в конкретном наполнении, чтобы быть орудием конструктивного решения сложных проблем. В качестве такого конкретного наполнения обычно выступают методы сравнения альтернатив (об этом ниже).

Однако не так редко можно встретить рецепты по применению общей схемы системного подхода самой по себе. Польза системного подхода в данном случае целиком зависит от черт личности человека, его использую-

щего. Человек с логичным последовательным мышлением может оценить рецепты системного подхода как излишние. Талантливый же, но бессистемно работающий человек может получить большую пользу от присутствия «поручней», которые ведут его от одного этапа к другому. Часто люди, которым спально помогло упорядочение в работе, склонны преувеличивать роль общих рецептов. Они без конца «открывают» их для себя, придавая им почти магическое значение.

Вероятно, так было и в случае, описанном Янгом. Разумные шаги по централизации принятия решений можно приписать применению системного подхода. В конце концов, солдат из известной народной сказки сварил щи из топора и убедил старуху, что вкус именно от топора.

В общем случае дело обстоит следующим образом. Систематизация, введение логических этапов при решении сложных проблем выбора может оказаться полезной для ряда руководителей и консультантов, но она не является универсальным ключом к решению проблемы. Хотя Янг утверждает, что системный подход в настоящее время уже становится инженерным методом, это, увы, не соответствует действительности. Но в то же время сам по себе системный подход может принести только пользу и не приносит вреда. Приносит вред его чрезмерное восхваление, его фетишизация, превращение его «в модный инструмент». Увлечение словом «системный» наблюдается повсюду. Как пишет Д. М. Гвишиани, «название «системный анализ», став весьма модным, навешивается на любые успешно проведенные управленческие операции»<sup>11</sup>.

Это особенно опасно при рассмотрении социальных систем (транспортных, городских, производственных и т. д.). Вера во всемогущество системного подхода внушает некоторым аналитикам уверенность, что, зная лишь перечень этапов, они могут успешно решать проблемы, возникающие в самых разных системах. На самом деле даже понятие рациональности в различных системах разное. К системе здравоохранения, например, не применимы критерии, являющиеся рациональными в системе управления транспортом.

При столкновении же со сложными человеческими проблемами терпит крах и кажущаяся универсальность последовательности этапов. Выявление целей и опреде-

ление проблем зависит от общей идеи решения, т. е. от выбора одной из альтернатив. Охватывает ли проблема развития туризма в стране вопросы охраны окружающей среды? Да, конечно. А вопросы строительства предприятий, выпускающих туристское снаряжение, вопросы транспортных потоков летом и т. д.? Мы можем последовательно расширять круг рассматриваемых проблем, пока на основе знания наших стремлений, возможностей и ресурсов у нас не мелькнет догадка поставить всю задачу наиболее рациональным образом.

Итак, прагматические возможности общей схемы (перечня этапов) системного подхода являются достаточно скромными. С другой стороны, представляется весьма ценным образовательное значение идей системного подхода. Его следовало бы ввести в программы обучения в институтах, техникумах и даже в школах. При формировании мышления могут оказаться полезными идеи последовательного, поэтапного подхода к решению сложных проблем.

### **Информационные системы для организационного управления**

Широкое внедрение в нашу жизнь ЭВМ привело к вытеснению человека из многих сфер деятельности. В первую очередь вычислительным машинам были переданы стандартные операции, принятые и утвержденные процедуры (банковские операции, бухгалтерские расчеты). Далее наступила очередь повторяющихся решений в одинаковых или почти одинаковых ситуациях. В настоящее время уже написаны и используются эвристические программы для решения задач, бывших в прошлом предметом творческой деятельности человека — доказательство теорем, решение сложных логических задач<sup>12</sup> и т. д.

В сложных системах, включающих в себя коллективы людей, информационные системы управления рассматриваются многими как универсальное средство, гарантирующее современный уровень и высокое качество управления.

Мы рассмотрим эти системы только с одной стороны — с точки зрения возможности их использования в административном аппарате при решении задач выбора в уникальных ситуациях. При этом будем иметь в виду

довольно распространенное понимание информационной системы, как системы, основу которой составляет ЭВМ, причем информация от ЭВМ поступает непосредственно руководителю.

Примерно 15 лет назад информационные системы провозглашались уникальным средством, способным резко улучшить работу административного аппарата. В ту пору создавалось впечатление, что все дело в необходимом количестве и быстродействии ЭВМ. Информационные системы несли с собой в административный аппарат улучшение качества решений, сокращение штатов рядовых сотрудников, увеличение четкости и оперативности работы. Сейчас во многих странах высказывается мнение, что эти надежды не оправдались. Введение ЭВМ фактически не привело к сокращению штатов, кое-где появились даже дополнительные должности программистов и операторов. К сожалению, методики оценки эффективности информационных систем не позволяют объективно замерить возросшую эффективность принимаемых уникальных решений. Остаются субъективные заверения, что принимать решения стало легче, так как теперь имеется достаточно информации. Но и это утверждение не всегда соответствует реальному положению дел. Как пишет американский ученый И. Гус, «несмотря на миллиард долларов, потраченный американской промышленностью, нет доказательств, что ЭВМ помогли руководителям принимать лучшие решения»<sup>13</sup>.

Попробуем подвергнуть анализу основной довод сторонников информационных систем: принятию более качественных и более обоснованных решений препятствует недостаточное количество информации. Довод этот основан на предположении, что информация, необходимая для принятия обоснованных решений, существует и ее нужно только ввести в ЭВМ. В действительности во многих случаях дело обстоит совсем не так. Покажем это на примере.

Пусть перед руководством ведомства А стоит задача разработки предложений по формированию пятилетнего плана. Продукция предприятий ведомства А нужна предприятиям ведомств Б, В, Г и Д. Заявки этих ведомств превышают возможности их удовлетворения. Необходим выбор, который и должен быть заложен в качестве основы пятилетнего плана. Поставим вопрос, на

какой информации должен быть основан этот выбор? Разумно предположить, что следует оценить перспективы развития отрасли, сопоставить ее продукцию с аналогичной мировой продукцией, оценить важность этой продукции для предприятий других ведомств, оценить квалификацию сотрудников, перспективы развития предприятий и т. д.

Большинство приведенной выше информации имеет качественный, трудно формализуемый и субъективный характер. Эта информация крайне важна, но и получить ее трудно. Ясно, что ЭВМ сама по себе никак не поможет в получении такой информации.

Как известно, ЭВМ хранит и обрабатывает только количественную информацию, ясную и четкую. Любой пропуск или умолчание, несвоевременная подача данных могут губительно отразиться на рекомендациях, полученных от ЭВМ. Только люди способны оперировать с неполными данными, восполняя на основе опыта и интуиции недостающую информацию.

Информационные системы по своему замыслу предполагают возможность для руководителей ведомств располагать всей информацией нижестоящих сотрудников, знать все потаенные резервы и запасы, все тактически неверные, но иногда стратегически неплохие решения. Несмотря на внешний эффект этого замысла, он трудно реализуем, а во многих случаях и не нужен. Естественно сопротивление этому замыслу рядовых сотрудников административного аппарата, которым угрожает возможность проверки каждого их шага. Как реакцию на это можно предвидеть стремление не принимать каких-либо самостоятельных решений, ибо, как известно, кто ничего не решает, тот и не ошибается. Централизованная проверка всех промежуточных решений является именно тем стилем управления, который искореняет инициативу у сотрудников. Подобные побочные эффекты не могут не сказаться на эффективности информационных систем.

На самом деле в настоящее время опасности больших изменений в стиле подготовки уникальных решений, связанной с применением ЭВМ, уже не существует. Одна из причин этого заключается в практике разработки информационных систем. В большинстве случаев их разработчики по образованию и опыту деятельно-

сти были совершенно не знакомы со специфической работой административного аппарата (да и не всегда стремились ее узнать). Весьма распространенное в среде математиков и программистов стремление к оптимальным решениям часто приводило к неумению вникнуть в суть фактических процедур принятия решений, в связи с чем возникало взаимное непонимание между разработчиками и сотрудниками аппарата, что резко снижало возможность реального влияния на принятие решений.

Широкое распространение в административном аппарате информационных систем может привести к двум серьезным опасностям.

Первая из них связана со стремлением к выражению всех данных в количественном виде, к сбору любой количественной информации. Эту опасность можно заметить на примере США, где в ЭВМ вводится множество так называемых числовых индикаторов, на базе которых и строятся псевдообъективные модели. Однако громадный объем неподдающихся анализу данных ничем не улучшает процесс принятия решений. И. Гус приводит пример работы транспортной комиссии в Калифорнии, для нужд которой была создана информационная система на современных ЭВМ, включавшая огромное количество данных (1100 магнитных лент). В итоге работы комиссии транспортные проблемы не получили надлежащего решения<sup>13</sup>. Руководителя обычно захлестывает поток информации, и он, как говорит Р. Хилсмен, «не в состоянии даже прочесть ее, не говоря уже о разумном ее использовании»<sup>14</sup>.

Вторая опасность состоит в том, что наличие «передового средства управления» в ряде случаев может позволить сотрудникам административного аппарата не проводить основной работы по улучшению методов подготовки принимаемых «человеческих» решений. Наличие или отсутствие ЭВМ может оказаться дезориентирующим критерием качества управления.

Итак, информационные системы в их традиционном виде мало что могут дать для решения проблем сложного выбора в уникальных ситуациях. Это естественно, так как каждая из таких проблем требует специальных способов получения необходимой информации. Существенная часть этой информации представляет собой качественные суждения экспертов. Наряду с этим могут

иметь место и количественные данные объективного характера. Если необходимая информация получена, ее нужно хранить, особенно если речь идет о сотнях и тысячах альтернатив. Для этих целей следует, конечно, использовать ЭВМ. Но она выступает при этом лишь как большое и удобное устройство для хранения и вспомогательной обработки необходимой информации.

## Математические модели

После Второй мировой войны началась эпоха применения математических моделей для решения самых разнообразных проблем, возникающих в человеческой деятельности. Появление и распространение ЭВМ сделало возможным использование математических моделей для решения экономических задач, начиная от перевозки одного продукта в масштабах района и кончая моделями национальной экономики. Разрабатываются модели городов, рынков, войн, так называемые глобальные модели развития вселенной. Если модель построена и ее создатели верят в ее адекватность, то она используется далее для решения различных задач — прогнозирования, принятия простых и сложных решений. Как правило, применение моделей связано с использованием ЭВМ. Математические модели в настоящее время претендуют на роль универсального средства решения любых проблем.

Мы рассмотрим далее математические модели только с одной точки зрения: их непосредственной применимости для решения проблемы выбора в уникальных ситуациях.

Математические модели издавна использовались физиками для описания основных свойств объективно существующего мира. Модели менялись с углублением знаний о наблюдаемых явлениях, но каждый раз существовало общепринятое средство их проверки — эксперимент.

У инженеров модели используются при конструировании сложных искусственных объектов. Так, при расчете систем автоматического управления ракетой используются дифференциальные уравнения, описывающие ее поведение. На основе этих уравнений делается расчет, определяющий, каким должен быть регулятор,

Предприятия	Склады				Мощности
	1	2	...	$m$	
1	$x_{11}$	$x_{12}$			$a_1$
2	$x_{21}$	$x_{22}$			$a_2$
...					
$n$				$x_{nm}$	$a_n$
Потребности	$b_1$	$b_2$		$b_m$	

Рис. 2

чтобы движение ракеты было устойчивым, удовлетворяло совокупности заданных требований, либо было оптимальным по заданным критериям.

Общим в рассматриваемых случаях является взгляд на модель как на способ описания объективно существующих явлений, поддающийся проверке при эксперименте. Исследователь уверен в отсутствии «свободы поведения» у описываемых явлений, поскольку они обусловлены законами природы и конструкцией объектов. Задача исследователя — правильно угадать наиболее подходящую структуру модели.

Несколько иной тип моделей принесло с собой исследование операций. Исследование операций использует общую схему системного подхода. В качестве вспомогательного средства сравнения альтернатив в ней применяются математические модели. В отличие от физических и инженерных моделей в исследовании операций модели описывают поведение систем, включающих в себя во многих случаях коллективы людей. При этом предполагается, что люди ведут себя определенным рациональным образом, который может быть адекватно описан. Критерий сравнения альтернатив (критерий оптимизации) обычно рассматривается как единственный и очевидный. В данном случае модель отражает веру исследователя, что данная ситуация определяет именно это, а не другое поведение людей, и что в этом плане описание приближается к объективному.

Рассмотрим, например, так называемую транспортную задачу (рис. 2), характерную для задач исследования операций.

Имеются предприятия и оптовые склады. Известны



перечни заявок каждого склада и мощности предприятий. Кроме того, известны транспортные расходы по доставке продукции с каждого предприятия на каждый склад. Требуется распределить поставляемую предприятиями продукцию таким образом, чтобы минимизировать общие транспортные расходы.

Эта модель отражает объективно существующую реальность; критерий напрашивается сам собой (если, конечно, не учитывать дополнительные факторы как, например, надежность поставок). То же самое можно сказать про большинство моделей, применяющихся в экономических задачах.

Успехи в применении исследования операций привели, в частности, и к тому, что подобные модели стали использовать в ситуациях, принципиально отличающихся от приведенной выше транспортной задачи.

Рассмотрим, например, модели, используемые в задачах выбора проектов научных исследований. Одна из таких моделей имеет вид<sup>15</sup>:

	Вероятность	×	Вероятность	×	Годовой	-	Цена еди-	×	Период
	научного		коммер-		объем		ницы		устойчи-
Показатель	успеха		ческого		продаж		продук-		вого сбы-
при-			успеха				ции		та (лет)
быль-									
ности									
	Стоимость		после-		Издержки в пери-		Издержки, связан-		
	исследований и		разра-		од производствен-		ные с продвиже-		
	боток		боток		но-технического		нием товаров на		
					освоения		рынок		

Показатель прибыльности, выражающий ценность проекта, действительно, зависит от указанных выше факторов. Но он зависит еще и от многих других переменных, не включенных в данную формулу, таких как, например, квалификация предполагаемых исполнителей проекта. Вид зависимостей между включенными в формулу переменными объективно не определен: ясно лишь, что одни из них увеличивают ценность проекта, а другие уменьшают ее. Недаром существует множество подобных зависимостей — нет объективных оснований выделить какую-то из них. Данная модель отражает лишь веру руководителя какой-то организации, что отбор проектов должен производиться на основе приведенной зависимости.

В подобных случаях руководитель с его свободной в принятии решений является неотъемлемой составляющей рассматриваемой ситуации. Исключение его из рассмотрения, попытка рассмотрения ситуации выбора как «объективно существующей» приводит к крайней ненадежности результатов при использовании математических моделей.

Как видим, существуют различные типы проблем. Наиболее подходящей для наших целей является классификация, предложенная Г. Саймоном<sup>16</sup>, согласно которой все проблемы подразделяются на три класса:

1) хорошо структурированные или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены настолько хорошо, что они могут быть выражены в числах или символах, получающих в конце концов численные оценки;

2) неструктурированные или качественно выраженные проблемы, содержащие лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны;

3) слабо структурированные или смешанные проблемы, которые содержат как качественные, так и количественные элементы, причем качественные, малозвестные и неопределенные стороны проблем имеют тенденцию доминировать.

Хотя эта классификация не является устоявшейся, и некоторые проблемы могут со временем изменить свою принадлежность к определенному классу, она позволяет понять многое.

Прежде всего отметим, что упоминавшиеся выше методы исследования операций предназначены для хорошо структурированных проблем. Слова «хорошо структурированные проблемы» совсем не означают, что эти проблемы легки. Построение математической модели, отражающей основные черты проблемы, часто представляет значительные трудности, не говоря уже о математических методах решения задач исследований операций, которым посвящены многочисленные труды.

Большинство неструктурированных проблем решается эвристическими методами, в которых отсутствует какая-либо упорядоченная логическая процедура отыскания решения, а сам метод целиком зависит от личности исследователя, решающего задачу. Чаще всего это мето-

ды интуитивных догадок, основанных на прошлом опыте, методы, о которых сам человек честно говорит: «Не знаю как, но я могу это сделать».

Между классами хорошо структурированных и неструктурированных находится класс слабоструктурированных проблем. Согласно принятым определениям<sup>17</sup>, к типичным слабоструктурированным проблемам относятся проблемы, обладающие следующими особенностями:

- принимаемые решения относятся к будущему;
- имеется широкий диапазон альтернатив;
- решения зависят от текущей неполноты технологических достижений;
- применяемые решения требуют больших вложенных ресурсов и содержат элементы риска;
- неполностью определены требования, относящиеся к стоимости и времени решения проблемы;
- проблема внутренне сложна вследствие того, что для ее решения необходимо комбинирование различных ресурсов.

Если сравнить эти особенности с особенностями проблем выбора в уникальных ситуациях, станет ясной их идентичность. Следовательно, проблемы выбора в уникальных ситуациях являются слабоструктурированными.

Важнейшая особенность слабоструктурированных проблем заключается в том, что их модель может быть построена только на основании дополнительной информации, получаемой от человека, участвующего в решении проблемы. При этом исчезает почва для построения беспристрастных, объективных моделей. Непонимание этого обстоятельства явилось причиной неудач в применении многих «объективных» математических моделей.

Многие системы, включающие в себя людей, очень трудны для изучения. Характеристики и поведение таких систем известны весьма неточно. Социологи и психологи, исследующие эти системы, обычно выдвигают качественные гипотезы об их поведении, которые иногда можно проверить путем специальных обследований.

Так как граница между классами хорошо- и слабоструктурированных систем не является четкой и однозначной, некоторые исследователи наряду с общей схемой системного подхода использовали и «объективные» математические модели. Так появились модели сложных человеческих систем — здравоохранения, воспитания и

т. д. Записанные в математическом виде взаимосвязи не стали более объективными, однако некоторые исследователи искренне верили, что можно построить объективную модель сложных социальных систем. Так, известный американский ученый, профессор Дж. Форрестер пишет: «Наши социальные системы несравненно более сложны и труднооцениваемы, чем технологические. Почему же тогда мы не используем аналогичный подход создания моделей социальных систем и проведения лабораторных экспериментов на них перед тем, как опробовать новые законы и программы в жизни?» И далее: «Сейчас имеется возможность конструировать модели социальных систем. Конечно, такие модели являются упрощением реальных социальных систем, но они могут быть значительно более понятными, чем прежние подходы».<sup>18</sup>

Другие ученые не столь категоричны, понимая, что при построении моделей вносятся и субъективные оценки. Но часто модель начинала жить своей жизнью независимо от намерений ее создателя, выступая как нечто, представляющее реальную ситуацию. Между тем многие зависимости в сложных моделях отражают веру групп (иногда многочисленных) людей, что связи между определенными параметрами имеют такой-то (а не иной) вид, что причинно-следственные зависимости, выхваченные из реальной жизни, остаются справедливыми и в модели.

В известной модели мировой динамики Дж. Форрестера и Д. Медоуза используются пять основных переменных: ресурсы, население, уровень жизни, капиталовложения, загрязнение среды. На основе построенной модели делаются выводы о кризисных ситуациях, которые ожидают мир в конце нашего века. Работы Дж. Форрестера и Д. Медоуза важны тем, что привлекли общественное внимание к опасным процессам, происходящим в окружающем нас мире и к взаимосвязанности этих процессов. Но методология, на базе которой были проведены эти исследования, имеет серьезные дефекты и не раз подвергалась критике, основанной главным образом на том, что в настоящее время мы не располагаем информацией, необходимой для построения сколько-либо надежных и объективных моделей. Подвергаются сомнению даже основные причинно-след-

ственные связи. Так, согласно данным одного исследования, в ближайшие годы изменения в технологии, вкусах потребителей, международных отношениях будут играть большую роль в истощении ресурсов и загрязнении среды, чем рост населения<sup>19</sup>.

Конечно, математические модели сложных человеческих систем могут разрабатываться не только для целей принятия решений. Они могут служить средством лучшего понимания таких систем. Если же говорить о проблемах уникального выбора, то абсолютно ясно, что сами математические модели не могут давать наиболее существенную часть информации, необходимую для принятия решений.

Как справедливо отмечает американский ученый Дж. Шлесингер, «применимость методов исследования операций зависит от выполнения следующих условий: критерий (цель) может быть точно определен; может быть построена формальная модель, выражающая связи между критерием, переменными и существующими ограничениями; имеется достаточная количественная информация, позволяющая провести разумное определение параметров. На практике наиболее вероятно выполнение этих условий на низшем уровне, для технических и повторяющихся функций, иными словами — в узких оперативных, а не в широких политических решениях»<sup>20</sup>.

Существует множество проблем уникального выбора, для которых в последние 10—20 лет были построены «объективные» математические модели. В большинстве случаев эти модели остались без всякого применения. И, возможно, потому, что, как сказал известный американский экономист В. Леонтьев, «недостаток фактических знаний об условиях, существующих в реальном мире, заставляет авторов моделей основывать многие, если не все, общие заключения на различных априорных допущениях, выбранных из-за их удобств, а не из-за их отношения к наблюдаемым фактам»<sup>21</sup>.

### Диалог автора с неизвестным консультантом

**К:** Системный подход гораздо шире, чем просто совокупность этапов. Прежде всего он включает в себя рассмотрение как систем объектов самого разного плана — технических, биологических, социальных. Работы фон

Берталанфи и других основоположников системного подхода позволили увидеть то общее, что существует в этих системах. Разве вы не согласны с этим?

**А:** Несомненно, это так. Мы пытались взглянуть на системный подход лишь с утилитарной точки зрения. С этой точки зрения различия между объектами разной природы гораздо интереснее их сходства. Именно эти различия позволяют продвинуться глубже в изучении конкретных объектов, получить интересные результаты. Конечно, из аналогии между технической системой и системой управления отраслью следует, что и тут и там есть вход, выход и обратные связи. Но обычно эти аналогии не дают существенных практических результатов. Уже Н. Винер предупреждал, что тут не все так просто. Человеческие системы управления гораздо сложнее по своей сути и гораздо труднее для изучения.

**К:** Многие отмечают как важную характеристику системного подхода стремление к комплексности, к охвату всех аспектов рассматриваемой проблемы. Почему вы не отметили этой характеристики?

**А:** С утилитарной точки зрения стремление к комплексности представляет собой скорее призыв, чем конструктивный рецепт ее достижения. Любой руководитель при анализе сложной проблемы стремится учесть наиболее важные факторы, а менее важные — исключить из рассмотрения. Как это сделать, отделить существенное от несущественного, как выделить систему из окружения, в значительной мере является искусством. Нужны конкретные, практические методы совершенствования этого искусства.

**К:** Неужели вы считаете, что дополнительная информация, получаемая от ЭВМ, является излишней при принятии уникальных решений?

**А:** Конечно, такая информация полезна, если она подана в соответствующем виде. Но, во-первых, в большинстве задач уникального выбора она не является главной. Главное — получить оценки лучших экспертов, оценки по качественным и неформализуемым аспектам проблемы. Во-вторых, при традиционном подходе к построению информационных систем они угрожают руководителю объемом информации. Между ЭВМ и руководителем должны быть люди, подвергающие эту информацию анализу с целью ее наглядного представления. В-третьих, уровень реше-

ния многих сложных проблем может быть существенно улучшен и без ЭВМ — за счет анализа данных и применения специальных методов оценки альтернатив. По нашему мнению, современный административный аппарат гораздо больше нуждается в квалифицированных консультантах, чем в ЭВМ.

**К:** Ваш взгляд на использование математических моделей представляется крайне пессимистическим. Разве можно отрицать, что в рамках подхода исследования операций математические модели успешно используются и для решения проблем выбора?

**А:** Там, где модель хорошо отражает основные черты рассматриваемой проблемы, она приносит несомненную пользу. Следовательно, создатели моделей должны прежде всего заботиться об их проверке. К сожалению, это бывает далеко не всегда. Проверка моделей сопряжена с трудным поиском фактических данных, требует значительных усилий. Что же касается предложенных, но не проверенных моделей, то их использование для принятия ответственных решений просто опасно.

Интересно, что в последние годы в США уменьшилось число практических применений методов исследования операций, несмотря на обилие ЭВМ и консультантов. Одна из причин этого явления, на наш взгляд, состоит в трудности построения надежных моделей. Даже там, где модель надежна, появляется не один критерий оптимизации, а несколько, компромисс между которыми может быть определен только человеком. Чаще всего объективная модель оказывается не в состоянии отразить важные качественные аспекты изучаемого явления. Задачи, которые на первый взгляд кажутся классическими задачами исследования операций, на практике оказываются значительно сложнее. Так, в задаче о распределении металла решения руководителя не определяются только условием минимума потерь при перевозках, а связаны с учетом многих важных качественных факторов. В задаче о назначениях характеристики объектов и субъектов имеют сложный характер. Эти примеры представляются типичными.

**К:** По мере изучения систем их модели становятся все более точными. Следовательно, по мере уменьшения нашего незнания должно возрасти количество используемых объективных математических моделей.

**А:** Даже если мы знаем перечень основных параметров сложной системы, учет тех или иных взаимосвязей часто зависит от субъективной точки зрения человека, изучающего эту систему. В случае расхождения субъективных точек зрения возникают разные модели. На наш взгляд, для сложных проблем принятия решений такое же положение сохранится и в будущем.

**К:** Существуют и успешно применяются человеко-машинные системы диалогового типа, в которых человек вводит в ЭВМ часть информации, получает ответ и в ходе таких итераций ищет наилучшее решение. Разве можно отрицать полезность таких систем?

**А:** Такие системы существуют, но человеко-машинная система принятия решений в целом субъективна (так как человек вводит свои оценки) и представляет собой отход от построения объективных математических моделей. При надежном характере модели, с которой общается ЛПР, такой подход к принятию решений является многообещающим.

**К:** Известны большие успехи системного подхода в решении задач планирования — системы ПАТТЕРН и ППБ. Как это совместить со скромной оценкой полезности системного подхода?

**А:** Прежде всего, эти системы являются результатом применения подхода анализа систем, представляющего собой объединение общей схемы системного подхода и специального метода оценки альтернатив — метода стоимость — эффективность. Кроме того, успех в применении системного подхода зависит от многих обстоятельств: исследование причин успехов и неудач системы ППБ еще впереди. Но прежде необходимо рассмотрение подхода анализа систем.



# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

### Основная направленность

В наши дни отношение к словам «анализ систем», или «системный анализ», часто бывает прямо противоположным: или неуверенная вера во всемогущество нового подхода, способного, наконец, решить трудные и масштабные проблемы, или обвешивание в пустых разговорах, украшенных модной терминологией. Опубликованы многочисленные (и нередко талантливо написанные) книги и статьи о мощи подхода анализа систем в Министерстве обороны США в 60-х годах и вместе с тем (появившиеся в последние годы) статьи о полном провале системы ППБ (планирование, программирование, бюджетирование) в гражданских министерствах США. Наряду с сообщениями о создании новых институтов по системному анализу стало известно о значительных трудностях, которые переживает «РЭИД-Корпорейшн» — колыбель системного анализа.

Существует ряд определений анализа систем. Самое известное из них принадлежит Э. Квейду: «В широком смысле любое упорядоченное аналитическое исследование, направленное на то, чтобы помочь руководителю, ответственному за принятие решений, в выборе предпочтительного курса действий, могло бы быть названо системным анализом»<sup>1</sup>. Это определение является слишком широким и претендует на слишком многое. Заметим, что оно в равной степени может относиться ко всем методам сопоставления альтернатив (системотехника, исследование операций). Сопоставим с ним известное определение А. Энтховена: «Системный анализ является разумным подходом к принятию решений, точно определяемым как «количественный здравый смысл»<sup>2</sup>. Это определение также является широким, но по-прежнему: оно подчеркивает роль общей схемы системного подхода, которая характерна не только для анализа систем.

Что же нового несет с собой анализ систем? На наш взгляд, его отличительные черты можно определить через класс задач, для которых он предназначен, и через специальный подход, используемый для сравнения альтернатив.

Прежде всего системный анализ предназначен для решения слабоструктуризованных проблем, в которых преобладают качественные, малозвестные и неопределенные стороны.

Создатели анализа систем считают, что его отличие от исследования операций состоит в большем учете факторов неопределенности и качественных суждений при выборе целей, при разработке и обсуждении альтернатив. В то же время некоторые из них определяли его как научный метод — такой же, как методы физических наук. Например, Эйтховен писал, что «искусство системного анализа — а это есть искусство, подобное искусству медицины, — должно базироваться на научном методе, понимаемом как термин в широком смысле слова». Он характеризует его как открытый, явный, проверяемый, самокорректируемый, объективный процесс. Каждая гипотеза должна выдвигаться и проверяться, количественные переменные должны быть строго определены: «там, где обсуждаются количественные проблемы, достигается большая ясность мысли путем введения чисел, а не исключения их, даже когда присутствует неопределенность»<sup>2</sup>.

Однако рассмотрение особенностей слабоструктуризованных проблем, для решения которых предназначен системный анализ, показывает, что он не может соответствовать выдвинутым выше требованиям.

Исследования проблем с качественными, недостаточно определенными аспектами влечет за собой многие методологические трудности. Как правило, преобразование качеств в количество можно осуществить различными путями, общую оценку альтернативы также можно определять по-разному. Не существует объективной математической модели, беспристрастно отражающей основные свойства рассматриваемой проблемы. Так как альтернативы должны быть оценены и решение принято, необходимо восполнить принципиальное отсутствие важной информации. Эту информацию может добавить эксперт, консультант или руководитель, но важно одно — оценка

альтернатив и выбор решения являются предметом субъективного суждения.

Как писал в 1963 г. один из крупных американских специалистов по системному анализу Дж. Шлесинджер, «нет никаких внутренних причин, почему проблемы субъективной оценки не могут рассматриваться в рамках анализа систем». Он считал, что «необходимо определить область приложения анализа систем как проблемы, где конфликт между многими несоизмеримыми целями должен быть установлен путем суждений»<sup>3</sup>.

Таким образом, системный анализ является методом, позволяющим рационально использовать субъективные суждения для решения слабоструктуризованных проблем.

Возникнув вслед за исследованием операций, системный анализ унаследовал от него пять основных этапов исследования систем, совпадающих с общей схемой системного подхода (см. рис. 1). Особенностью системного анализа является подход к аналитическому сопоставлению альтернатив. Отсутствие объективной информации не позволяет однозначно объединить параметры системы в единую модель оценки качества альтернатив. Эти параметры выступают отдельно, они становятся критериями оценки альтернатив. Проблема оценки становится многокритериальной. Первый, наиболее известный вариант системного анализа связан с двухкритериальной оценкой альтернатив — с оценкой по критериям стоимости и эффективности. В настоящее время чаще применяется многокритериальная оценка альтернатив, что является более универсальным средством.

Итак, системный анализ можно определить как объединение общей схемы системного подхода и методов оценки и сравнения многокритериальных альтернатив на основе субъективных суждений.

Многочисленные применения анализа систем связаны с использованием для сравнения альтернатив метода стоимость — эффективность, в связи с чем анализ систем часто считают неотделимым от этого метода. Такой взгляд характерен как для основоположников анализа систем<sup>4</sup>, так и для его ожесточенных критиков<sup>5</sup>. Поэтому для лучшего понимания успехов и неудач в применении анализа систем познакомимся с методом стоимость — эффективность.

По своему происхождению метод стоимость — эффективность связан с экономическими методами определения рентабельности капитальных вложений<sup>6</sup> и прежде всего с классическим маргинальным подходом<sup>7</sup>.

Появление метода стоимость — эффективность связано с необходимостью учета при анализе вариантов сложных решений факторов самой разной природы. Существует вариант метода стоимость — эффективность, известный как метод стоимость — выгода<sup>8</sup>, где эффективность и стоимость выражены в денежном виде. Этот вариант ближе к известным экономическим методам оценки рентабельности капиталовложений.

Метод стоимость — эффективность впервые был применен для анализа военно-технических решений<sup>9</sup>. Его использование в Министерстве обороны США сопровождалось ожесточенным сопротивлением лиц, считавших недопустимым само сопоставление эффективности и стоимости военных систем (Ч. Хитч, бывший заместитель министра обороны США, убедительно доказал необходимость и оправданность подсчета и сравнения стоимости и эффективности систем обороны и нападения<sup>10</sup>).

Метод стоимость — эффективность включает в себя три основных этапа:

- построение модели эффективности;
- построение модели стоимости;
- синтез оценок стоимости и эффективности.

Пример типичной модели, используемой в методе стоимость — эффективность для анализа вариантов построения военно-технических систем иллюстрирует рис. 3. Модель состоит из двух частей — модели стоимости и модели эффективности. Эти модели используются для выбора военной системы с определенным числом ракет. Модель стоимости представляет зависимость общей стоимости от количества ракет, а модель эффективности — зависимость вероятности поражения целей от количества ракет. Обе модели в данном случае можно рассматривать как объективные: они строятся на базе фактических данных, надежного статистического материала. Однако выходные параметры этих моделей не объединяются посредством заданной зависимости; иногда используется суждение руководителя, который определяет предельные значения

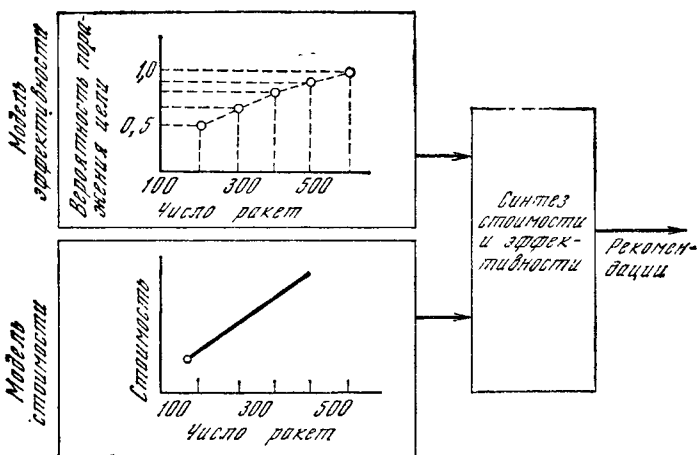


Рис. 3

стоимости, необходимые значения эффективности. Часто используют отношение стоимости к эффективности, но при этом рекомендуется обращать внимание на абсолютные значения этих величин.

Основное отличие приведенной модели от типичных моделей исследования операций (см. рис. 2) заключается в появлении субъективных суждений при синтезе стоимости и эффективности. Иногда это отличие мало заметно. В общем случае на этапе синтеза стоимости и эффективности рекомендуется использовать два основных подхода: 1) фиксированной эффективности при минимально возможной стоимости (при таком подходе выбирается «самая дешевая» альтернатива, обладающая заданной эффективностью); 2) фиксированной стоимости и максимально возможной эффективности (случай бюджетных ограничений)<sup>11, 12</sup>. Смысл этих подходов ясен — перевод одного из критериев оценки альтернатив в ограничение. Эти подходы позволяют понять бессмысленность требований типа «максимум эффективности при минимуме затрат».

В ряде случаев используют отношение двух указанных критериев. Авторы метода предостерегают против механического использования отношения стоимости к эф-

фективности, указывая, что оно может быть одним и тем же при совершенно разных абсолютных значениях числителя и знаменателя<sup>13</sup>.

Модели стоимости и эффективности бывают весьма сложными. При оценке стоимости будущей военной системы ее разбивают на отдельные элементы. Стоимость каждого элемента определяют на основе прошлого опыта. Если такой опыт отсутствует, то используют экспертные оценки. Стоимость отдельных элементов вносят в так называемую матрицу стоимости, которая в данном случае и является моделью стоимости.

Для построения модели эффективности также используется разбиение системы на функциональные элементы. Рассматривается совокупность критериев, позволяющих оценить с разных сторон качество разрабатываемой системы (например, боеготовность, надежность). Эксперты дают оценки каждому функциональному элементу по каждому критерию, причем критерий трактуется как вероятность достижения определенного качества. Все оценки эффективности заносятся в матрицу эффективности. Объединение оценок осуществляется путем использования заданной зависимости.

Поскольку оценки стоимости и эффективности будущей системы зависят от времени ее разработки и использования, строятся и рассматриваются соответствующие временные зависимости. Для военно-технических систем стараются учесть все этапы «жизненного цикла» — от появления системы до ее морального устаревания. Рекомендуется проводить анализ чувствительности основных параметров моделей к возможным вариациям. В общем случае проверка моделей контрольным экспериментом невозможна. Поэтому рекомендуется<sup>13</sup> попытаться дать ответ на следующие вопросы:

- 1) достаточно ли хорошо описывает модель известные факты и ситуации;
- 2) будут ли разумными результаты при вариации основных параметров;
- 3) можно ли рассмотреть случаи, когда известны ожидаемые результаты;
- 4) могут ли модели указать причины известных явлений.

Обычное изложение идей метода стоимость — эффективность сопровождается, как правило, указаниями на

необходимость качественной проверки результатов. Судя по публикациям, метод стоимость—эффективность успешно применялся его создателями при анализе военно-технических и технических систем. Успехи при применении системного анализа в рамках системы ШИВ привели к широкому распространению области применения метода стоимость—эффективность. При этом выявились его методологические дефекты, которые следует рассмотреть особо.

### **Критический анализ метода стоимость — эффективность**

При возникновении анализа систем сильное воздействие на аналитические средства сопоставления альтернатив оказала методология исследования операций. Это проявилось прежде всего в использовании моделей, стремящихся объективно зафиксировать в математическом виде зависимости между качественными понятиями, столь характерными для слабоструктурированных проблем, и в замене качественных величин количественными. Причины использования такого подхода можно понять, рассмотрев первые применения метода стоимость—эффективность.

Несмотря на большую сложность, многие проблемы анализа военных систем находятся на границе между слабоструктурированными и структурированными. В связи с этим метод стоимость—эффективность проявил себя как достаточно надежное средство решения таких проблем. Интересно отметить, что Квсйд, один из творцов анализа систем, видел скорее количественную, чем качественную разницу между исследованием операции и анализом систем<sup>9</sup>. Но, возникнув как средство, адекватное решаемым проблемам, метод стоимость—эффективность был применен затем к типичным слабоструктурированным проблемам, к сложным проблемам уникального выбора. Характерное для этого метода стремление к построению объективных моделей стоимости и эффективности привело к очень большим трудностям. Качественные переменные многих слабоструктурированных проблем заменялись другими, часто не основными, но зато измеримыми количественными переменными — так называемыми числовыми индикаторами. На базе этих индикаторов возникли псевдообъективные модели.

В трудах специалистов по анализу систем можно выявить глубокие противоречия между целями анализа и средствами, которыми достигаются эти цели. С одной стороны, в нем справедливо видят инструмент для обострения интуиции и суждения тех, кто принимает решения, инструмент, который применяется там, где количественный анализ не может дать полного ответа<sup>9</sup>. Справедливо отмечается, что «на анализ систем следует смотреть не как на антитезу суждений, а как на рамки, которые позволяют использовать суждения экспериментов по многочисленным разделам области, чтобы получить результаты, которые выходят за пределы любого отдельного суждения»<sup>9</sup>. С другой стороны, о построении модели говорится как об этапе, на котором объективные свойства проблемы находят математическое выражение, что соответствует методологии исследования операций. «Модель — это упрощенное, стилизованное представление реального мира, которое дает абстрактное отображение причинно-следственных связей, существенных с точки зрения исследуемого вопроса», — утверждает Квейд<sup>1</sup>. Но ведь это соответствует определению модели в хорошо структуризованных проблемах! Можно ли построить такую модель там, где качественные малоизвестные и неопределенные стороны проблемы имеют тенденцию доминировать? Налицо противоречие, которое нельзя устранить заявлениями о том, что «практически никогда результат анализа не будет решением»<sup>4</sup>.

Рассмотрим уже упоминавшуюся слабоструктуризованную проблему стратегического планирования научных исследований. Для построения модели эффективности исследований необходимо в количественной форме определить связь между теми или иными направлениями (темами) исследований и воздействием ожидаемых результатов на промышленность и сельское хозяйство, учесть (опять же в количественном виде) влияние на эти результаты прошлого опыта и квалификации исполнителей, оценки первоначальной трудности проблемы и т. д. Очевидна огромная сложность достаточно обоснованного решения таких проблем. Однако попытки идти аналогичным путем делались и делаются.

Еще труднее оказалась проблема построения моделей эффективности в области здравоохранения. Такие модели потребовали денежных оценок потерь общества от раз-



личных болезней, оценок стоимостей человеческих жизней (для лиц различного возраста и пола). Подобные системы оценок вызвали суровую и обоснованную критику<sup>5</sup>. Введение таких индикаторов эффективности увеличивает трудности решения проблемы получения общей оценки эффективности. Выбор как индикаторов, так и правила перехода к общей оценке осуществлялся с большим произволом.

Как же можно устранить нехватку информации, столь характерную для слабоструктуризованных проблем? Квейд дает на этот счет следующие рекомендации: «Специалист по анализу может оценить эти факторы на основе собственных суждений и интуиции или обратиться к кому-нибудь за консультацией и таким образом включить их в исследование; однако чрезвычайно важно заострить на неизмеряемых факторах внимание руководителя, который принимает решение»<sup>1</sup>.

Каждый из этих советов приводит к различным результатам. Суждения и интуиция эксперта могут привести к одной модели, суждения и интуиция консультанта — совсем к иной. Однако, если руководитель хочет использовать модель для принятия важных решений, он, естественно, будет доверять ей только в том случае, когда она построена на основе его суждений и интуиции. Подход исследования операций оказался и на данной рекомендации Квейда — на рецепте построения модели консультантом без участия руководителя.

Методологические дефекты метода стоимость — эффективность имели очень печальные последствия для широкого распространения известной системы ППБ.

## **Метод стоимость — эффективность и система ППБ**

Система ППБ была введена в начале 60-х годов в Министерстве обороны США. Ее успехам и неудачам посвящены многочисленные статьи и книги<sup>4,5,14</sup>. Остановимся на двух интересующих нас вопросах — связи системы с методом стоимость — эффективность и ее влиянии на административный аппарат.

Как пишет один из авторов этой системы Ч. Хитч,<sup>10</sup> до введения системы ППБ в Министерстве обороны США существовала фактическая децентрализация в принятии решений. Бюджет делили между министерст-

вами армии, флота и авиации, исходя прежде всего «из базы», т. е. с учетом предыдущих расходов. Ассигнования на новые разработки обосновывались их преимуществами перед старыми («самое лучшее для наших парней»). Фактически в разных ведомствах велись параллельные разработки. Отсутствовал сопоставительный анализ расходов в рамках разных ведомств. Эксперты, обосновывающие необходимость расходов и знающие детали предложений, имели более сильные позиции, чем руководители, распределяющие средства.

Итак, согласно мнению Хитча, объективно существовала потребность в централизации при принятии решений, потребность в усилении роли стратегических оценок альтернатив по сравнению с техническими оценками экспертов.

Система ППБ использовала общую схему системного подхода. Она обязала руководителей ведомств четко определить стратегические цели деятельности ведомства, разработать альтернативные пути достижения этих целей, сравнить их на основе критериев эффективности и стоимости, согласовать свой выбор с бюджетными ограничениями и представить результат в традиционной форме финансового плана. Система ППБ включала в себя три основных элемента<sup>15</sup>:

- 1) программные меморандумы, содержащие все обоснования принимаемых стратегических решений (программные вопросы, альтернативы и обоснования выбора);
- 2) специальные аналитические исследования, основанные на методе стоимость — эффективность и содержащие описания используемых моделей и расчетов;
- 3) программные и финансовые планы, представляющие собой план расходов на ближайшие 4 года (с оценкой последствий на 7 лет) — облачение программ в требуемую форму представления бюджета.

Одной из основных целей системы ППБ было увеличение централизации в принятии решений. Этой цели были подчинены все три элемента системы. От руководителей ведомств требовалось обоснование решений на сопоставимой основе: они должны были указать связь предлагаемых решений с общими стратегическими целями, привести примеры альтернативных возможностей. Общее руководство получило в свои руки средство эффективного контроля, централизация возросла. Хитч пи-

сал: «Сейчас министр обороны располагает необходимыми средствами для того, чтобы взять на себя инициативу в планировании и управлении всеми усилиями в области обороны на действительно единой основе»<sup>10</sup>.

В качестве средства достижения централизации использовались аналитические методы сравнения альтернатив. Метод стоимость — эффективность был стержнем системы. В руководстве по ее применению указано: «Программная структура должна группировать деятельность ведомства таким образом, чтобы обеспечить сравнение стоимости и эффективности альтернативных подходов к достижению целей ведомства». И далее: «Программные меморандумы также показывают, почему были выбраны определенные курсы действий, путем формулировки целей ведомства в *измеримой форме* (курсив мой.— О. Л.) и сравнения альтернативных программ с точки зрения их затрат, источников финансирования, а также их общей выгодности и выгодности для отдельных групп»<sup>15</sup>.

В рамках ППБ метод стоимость — эффективность использовался для решения двух типов задач: военно-технических (примеры которых приводились ранее) и стратегических, охватывающих общие цели ведомства. Если для первых его адекватность не вызывает сомнений, то вторые представляют собой типичные слабоструктуризованные проблемы сложного выбора.

Опыт введения системы ППБ в Министерстве обороны США был определен как успешный. Через несколько лет эта система привлекла внимание президента США и конгресса. Парадоксально, но факт: несмотря на провал войны во Вьетнаме, методы разработки военной стратегии и принятия решений в 1967 г. были введены президентом Л. Джонсоном во всех гражданских ведомствах США. Это был зенит системы ППБ. Разрабатывались программы борьбы с бедностью, программы здравоохранения и образования, программы решения городских проблем. В 1969 г., выступая в экономическом комитете конгресса США, сенатор У. Проксмайер говорил: «Система ППБ является самым фундаментальным и логическим средством планирования, которое существует: она обеспечивает количественную оценку экономической выгоды и экономической стоимости альтернативных программ в настоящем и будущем»<sup>14</sup>,

Прошло еще три года, и фанфары стихли. Стали писать о контроле над выполнением распоряжений, об управлении по целям и т. д. Еще через пару лет появились статьи и книги с ожесточенной критикой системы ППБ<sup>5, 16</sup>. Какие же обвинения выдвигают противники системы ППБ? Их доводы можно разбить на несколько групп.

На первом месте по количеству и резкости обвинений стоят по сути дела методологические дефекты метода стоимость — эффективность. Этот метод так тесно связан с системой ППБ, что в глазах многих критиков они неразделимы. Критика обращена на использование количественных индикаторов, искажающих смысл решаемых социальных проблем, на использование количественных моделей.

Вторая группа обвинений связана с неспособностью решения в рамках системы ППБ стратегических проблем (эти обвинения также частично обусловлены методологическими дефектами метода стоимость — эффективность). Система ППБ была плохо приспособлена для учета важных качественных факторов. В связи с этим Н. Гус пишет об обмане населения с помощью системы ППБ, создающей иллюзию, что военные конфликты могут быть решены военно-техническими средствами без учета политических. Она цитирует высказывание Р. Макнамары в 1962 г.: «Все количественные меры, которыми мы располагаем, указывают, что мы выпрыгиваем войну» (во Вьетнаме. — *О. Л.*)<sup>5</sup>. Как справедливо отмечает Д. Шуман, эти количественные меры никак не отражают желание людей сражаться и отдавать свою жизнь<sup>16</sup>.

Третья группа обвинений связана с неудачными оценками тех или иных систем оружия или альтернативных вариантов действий<sup>5</sup>.

Какие же чисто методологические выводы можно сделать при рассмотрении успехов и неудач системы ППБ?

Во-первых, каждый метод сравнения альтернатив не универсален и имеет свою область применения. Метод стоимость — эффективность в его известном варианте плохо приспособлен для решения проблем стратегического выбора с разнородными критериями; он просто не пригоден для решения типичных слабоструктуризованных проблем в социальных системах (образования, здравоохранения, защиты окружающей среды и т. д.).

Во-вторых, системный анализ в целом и метод стоимость — эффективность в частности являются лишь вспомогательным средством решения сложных организационных проблем в административном аппарате (в рассматриваемом примере — проблемы централизации).

В-третьих, метод сравнения альтернатив влияет на общую схему системного подхода, определяя содержание ее отдельных этапов. В итоге появляется единое целое. В связи с этим от метода оценки альтернатив очень сильно зависят общие успехи и неудачи аналитического подхода к выбору альтернатив.

### **Диалог автора с неизвестным лицом, принимающим решения**

**ЛПР:** Если системный анализ основан на использовании субъективных суждений, то на такие же суждения полагается и руководитель. В чем же тогда состоят преимущества использования системного анализа?

**А:** Одним из таких преимуществ является систематизация, вносящая прежде всего в выявление и оценку альтернатив. Любой руководитель обращается к экспертам, но очень часто ему необходима помощь в том, как и в какой форме получить необходимую информацию. Опытный руководитель стремится учесть все существенные оценки альтернатив, но анализ подводит к необходимости явно определить компромисс между отдельными критериями. Анализ обнажает суть выбора, требует проведения последовательной и осмысленной политики.

Субъективные суждения неизбежны, но хороший анализ позволяет задавать правильные вопросы в правильной форме, а это уже немало для сложных проблем выбора.

**ЛПР:** Если системный анализ использует субъективные суждения, то можно ли тогда говорить о «научно обоснованных рекомендациях?».

**А:** В сложных слабоструктуризованных проблемах выбора «научно обоснованных решений» не существует, если понимать под словом «научно» критерии естественных наук, таких как, например, физика. Ведь человеческие системы чаще всего не позволяют повторно провести какое-либо мероприятие в одинаковых условиях; объем наших знаний об этих системах крайне ограни-

чеп. Анализ систем позволяет сделать более обоснованно необходимый выбор, используя всю доступную на момент принятия решения субъективную и объективную информацию.

Существует опасный миф об объективности и научной обоснованности вариантов сложных решений. Этот миф удобен для некоторых недалёковидных консультантов, выступающих в роли «волшебников делового мира». Иногда он оказывается удобным и для некоторых руководителей, пытающихся переложить на других (или на ЭВМ) ответственность за принимаемые решения.

На наш взгляд, признание субъективности принимаемых решений крайне важно. Оно повышает ответственность руководителя, увеличивает важность проблем выбора для лица, принимающего решение, для экспертов и консультантов, заставляет использовать все средства для лучшего обоснования сделанного выбора.

**ЛПР:** Всегда ли использование системного анализа приводит к большей централизации в принятии решений?

**А:** Руководитель, использующий анализ систем, всегда расширяет свои возможности, повышает качество получаемой информации. В связи с этим возрастает его реальная роль в организации, хотя порядок принятия решений может не измениться.

**ЛПР:** Что же рекомендуется использовать в рамках анализа систем вместо метода стоимости — эффективность?

**А:** Как известно, существует множество методов сравнения многокритериальных альтернатив. Это — целая область со своими проблемами и трудностями.

# МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ АЛЬТЕРНАТИВ

### Краткое описание для лиц, принимающих решения

От широких проблем, охватывающих процесс принятия решений в целом, перейдем теперь к специальному частному вопросу — методам сравнения многокритериальных альтернатив. Прежде всего следует отметить, что число работ, посвященных методам оценки и сравнения многокритериальных альтернатив, весьма велико; можно встретить обзоры с литературой до 300 наименований. При этом большинство статей и книг носит теоретический характер, если же выделить работы практической направленности, в которых содержатся рекомендации по решению проблем уникального выбора, то о них можно кратко сказать следующее.

При применении большинства методов возникают две основные проблемы: как получить оценки по отдельным критериям и как объединить, агрегировать, эти оценки в общую оценку полезности альтернативы. В типичном методе принятия решений роли трех участников (или групп участников) — лиц, принимающих решения (т. е. руководителей), экспертов и консультантов определены следующим образом. Консультанты (иногда вместе с руководителем) разрабатывают обычно перечень критериев. При этом определяется, как измерять уровень качества по каждому критерию, т. е. как строить шкалу измерений. Чаще всего используются балльные шкалы — шкалы, для которых, например, высшее качество характеризуется 10 баллами, а нижнее — 1 баллом. Далее на сцену выступают эксперты, которые рассматриваются обычно в качестве «измерительных приборов». Эксперты оценивают каждую из альтернатив по шкале каждого из критериев. Если экспертов несколько, то их оценки сводятся к единой (обычно средней). При наличии оценок каждой из альтернатив по каждому из критериев возможен переход к получению общей ценности альтер-

натив. Такой переход осуществляется обычно на основании формулы, агрегирующей оценки по отдельным критериям в общую оценку полезности альтернативы. Существует масса подобных формул. Выбор той или иной из них чаще всего определяется консультантом. На этом этапе иногда (при большом числе альтернатив и критериев) используется ЭВМ, в которую вводятся общий вид формулы, оценки альтернатив по критериям, получают же общие оценки альтернатив.

Приведем (нарочито упрощенный) пример метода принятия решений. Пусть качество работы лаборатории НИИ оценивается по критериям: 1) научный уровень —  $x_1$  (высший — 1, низший — 0) и 2) практическая полезность —  $x_2$  (высшая — 1, низшая — 0). Пусть руководитель НИИ определил, что эти критерии одинаково важны. Пусть члены ученого совета НИИ определили для каждой лаборатории оценки по этим двум критериям и эти оценки затем усреднили. Тогда ценность  $V$  деятельности каждой лаборатории определяется по формуле:  $V = x_1 + x_2$ , где  $0 \leq x_1 \leq 1$ ,  $0 \leq x_2 \leq 1$ .

Следует подчеркнуть, что этот метод принятия решений — один из очень многих.

Разные методы принятия решений при многих критериях отличаются способом перехода к единой оценке полезности альтернатив. Можно выделить ряд групп таких методов.

В методах первой группы (прямые методы) зависимость общей полезности альтернативы от оценок по отдельным критериям известна заранее. Чаще всего используется вид зависимости, при котором определяются численные показатели важности критериев (веса), умножаемые на оценки по критериям (метод взвешенной суммы оценок критериев). Из других прямых методов следует упомянуть о деревьях решений. Путем последовательного просмотра всех вариантов выбора (например, строить завод по схеме А или по схеме Б; при схеме А: строить цех по схеме В или по схеме Г) определяются альтернативные варианты решений. Для каждого альтернативного варианта подсчитываются вероятности осуществления, которые умножаются на его ценность (в деньгах).

Во второй группе методов (методы компенсации) пытаются уравновесить (скомпенсировать) оценки одной



альтернативы оценками другой, чтобы найти, какие оценки лучше. По идее, это наиболее простой метод, при котором человек выписывает достоинства и недостатки каждой из альтернатив и, вычеркивая попарно эквивалентные достоинства (недостатки), изучает то, что осталось.

В третьей группе (методы порогов несравнимости) задается правило сравнения двух альтернатив, при котором одна альтернатива считается лучше другой (например, оценки первой по большинству критериев лучше). В соответствии с заданным правилом альтернативы делятся (попарно) на сравнимые (одна лучше другой, либо эквивалентные) и несравнимые. Изменяя отношение сравнимости, получаем разное число пар сравнимых альтернатив.

В четвертой группе (аксиоматические методы) определяется ряд свойств, которым должна удовлетворять зависимость общей полезности альтернативы от оценок по отдельным критериям. Эти свойства (называемые аксиомами) проверяются путем получения информации от лиц, принимающих решения. В соответствии с этой информацией делается вывод о той или иной форме зависимости.

К пятой группе можно отнести человеко-машинные методы, применимые в том случае, когда модель проблемы известна частично. Человек взаимодействует с ЭВМ, определяя желаемые соотношения между критериями.

Сказанное выше характерно для большинства известных в настоящее время методов. Ниже мы даем остальные изложение методов принятия решений при многих критериях, предназначенное для консультантов.

## **Общие проблемы рассмотрения методов оценки многокритериальных альтернатив**

Данная глава предназначена служить для консультантов путеводителем по обширной области методов принятия решений.

В настоящее время уже трудно подсчитать общее число работ, посвященных методам сравнения многокритериальных альтернатив. Последние наиболее подробные обзоры содержат библиографию по 200—300 наименова-

ний<sup>1,2</sup>. В столь обширной области основное наше внимание будет направлено на сами методы, на утилитарные средства, позволяющие консультанту как-то получить информацию, оценить альтернативы и далее сравнить их.

При всем разнообразии методов подавляющее большинство их имеет в своей основе ряд общих положений, которые следует рассмотреть.

**Общие основания.** Наиболее распространенным является предположение о том, что ценность, полезность альтернатив различна для лиц, принимающих решения (это не исключает того, что полезность некоторых альтернатив может быть для них одинаковой). При таком предположении имеет смысл задача выбора наиболее ценной альтернативы (или группы наиболее ценных альтернатив) либо упорядочения альтернатив по полезности.

Существуют дескриптивные и нормативные модели решения многокритериальных проблем. Первые из них наиболее активно разрабатываются психологами, исследующими поведение человека при решении различных задач. Вторые модели берут свое начало от работ экономистов, исследовавших поведение потребителя при выборе определенного товара. При этом постулировалось поведение человека в соответствии с теориями, предписывающими ему рациональность («рациональный», «экономический» человек). Нормативные методы предписывают лицу, принимающему решения (ЛПР), определенный, рациональный способ выбора из имеющихся альтернатив. Часть современных методов сочетает в себе черты дескриптивного и нормативного подходов.

Полезность альтернатив для ЛПР измеряется путем получения информации от одного или группы ЛПР, от экспертов.

Теория полезности рассматривается при этом как часть теории измерений. Измерение устанавливает гомоморфизм между полезностью альтернатив для ЛПР и упорядоченной системой чисел, принадлежащей какой-то шкале.

Известная классификация шкал измерений, предложенная К. Кумбсом<sup>3</sup>, включает в себя номинальную, частично упорядоченную шкалу, порядковую шкалу, интервальную и идеальную шкалу. По мере перехода от номинальной к идеальной шкале возрастает количество допустимых операций над числами шкал. При принятии

решений окончательная полезность альтернатив чаще всего измеряется по порядковым либо интервальным шкалам.

Существует непосредственная связь измерений полезности с психофизическими измерениями, так называемой психофизикой, в которых человек измеряет, например, силу звука, вес предмета и т. д. Основное различие состоит, на наш взгляд, в степени субъективности результата. Если в психофизике изучают, например, закономерности сравнения человеком веса различных предметов и эти закономерности являются примерно одинаковыми для нормальных людей, то измерение полезностей строго индивидуально. Конечно, возможно полное совпадение полезностей альтернатив для ряда ЛПР, но это скорее исключение, чем правило.

Итак, в различных методах оценки и сравнения многокритериальных альтернатив можно выделить следующие общие черты:

- 1) измерение полезностей ЛПР, осуществляемое тем или иным образом;
- 2) преобразование данных этих измерений в форму, позволяющую дать оценку альтернативам;
- 3) использование полученных оценок для составления альтернатив.

**Подход к классификации методов оценки и сравнения многокритериальных альтернатив.** В мир многокритериальных моделей, построенный усилиями экономистов, математиков, психологов и кибернетиков, нельзя вступить не выбрав определенную классификацию. Наиболее популярны из них классификация по структурным особенностям самих моделей<sup>2,4</sup> (при этом выделяются, например, методы, использующие веса критериев, сравнивающие критерии по важности, например, лексикографическое упорядочение критериев, использующие модели и алгоритмы линейного и нелинейного программирования и т. д.) и классификация по условиям принятия решений<sup>5,6</sup>: принятие решений при определенности, неопределенности, риске; при одном или нескольких критериях; в статической (один момент принятия решения) или динамической (много таких моментов) ситуации; принятие индивидуальных или групповых решений.

И та и другая классификация непригодны для наших целей. Первая кладет в основу чисто формальные призна-

ки, на основе которых в одну группу попадают совершенно различные по своему идейному содержанию методы (например, дескриптивный метод исключения по аспектам<sup>7</sup> и нормативный метод лексикографического упорядочения критериев<sup>8</sup>). Многие основания второй классификации исчезают при учете особенностей нашей основной проблемы — проблемы сложного выбора в уникальных ситуациях. Прежде всего мы будем рассматривать случаи многих критериев и стратегические решения, принимаемые в один период времени. По причинам, на которых мы остановимся далее, будем рассматривать методы принятия индивидуальных решений.

Наша задача — провести «инвентаризацию» нормативных методов принятия решений, дать им критическую оценку как инструментам в руках консультантов, позволяющим им в той или иной мере получить требуемый результат.

Исходя из этой задачи выделим пять групп методов. К первой из них относятся те, в которых выдвигаются аксиомы, ведущие к функциям полезности определенного типа, а информация, получаемая от ЛПР, используется для проверки этих аксиом. Во вторую группу включены методы, в которых ЛПР непосредственно назначает вид зависимости между оценками по разным критериям. В третью группу входят методы, где ЛПР поэтапно определяет компромисс между оценками различных критериев. В четвертой группе содержатся методы сравнения альтернатив с использованием порогов сравнимости. И, наконец, пятая группа включает человеко-машинные методы принятия решений, в которых считается известной частичная модель изучаемой проблемы. Мы рассмотрим лишь наиболее характерные методы той или иной группы. Читатель, интересующийся полной библиографией, может найти ее в ряде последних публикаций<sup>1,2,6,9,10,11,12</sup>.

Итак основным принципом классификации является вид информации, получаемой от ЛПР, и способ ее использования. Мы не рассматриваем методы последовательного принятия решений (например, байесовый подход<sup>13</sup>), методы, использующие данные о результатах многократного выбора в неизменной ситуации (например, регрессионный подход<sup>14</sup>), — эти методы неприменимы в ситуациях уникального выбора. Не рассматривается также принятие решений при противодействии.

**Общие достоинства методов.** Вне зависимости от достоинств и недостатков отдельных методов можно выделить некий общий положительный эффект, возникающий при применении многокритериального подхода к анализу альтернатив. Этот эффект приписывают иногда тому или иному методу, но, на наш взгляд, более справедливо отнести его к большинству из них.

Прежде всего само разложение единого качества на совокупность его составляющих имеет несомненные достоинства. Оценку по отдельным критериям гораздо легче определить. В случае, когда эти оценки вызывают сомнения, их легче проверить. Если несколько экспертов оценивают одну альтернативу, то часто их мнения расходятся. Практика показывает, что это расхождение значительно сильнее при оценке альтернативы в целом. При оценке же по отдельным критериям совпадение точек зрения экспертов гораздо больше. Это понятно, поскольку оценка по отдельному критерию не столь сложна и имеет гораздо более четкое смысловое содержание.

Многие критерии являются удобным, гибким средством выражения политики руководителя, его предпочтений. Удаляя или добавляя отдельные критерии, лицо, принимающее решение, усиливает или ослабляет определенные аспекты своей политики. Включая в число критериев удовлетворенность различных групп результатами принятия решений, руководитель может специально учитывать их интересы.

Излагаемые далее методы предназначены для принятия индивидуальных решений. Но иногда их приходится применять (за неимением лучшего) в ситуациях, где имеется несколько лиц, принимающих решения. При этом оказывается, что расхождения между мнениями разных ЛПР также уменьшаются, если они обсуждают политику не в целом, а по отношению к отдельным критериям. Часто им легче договориться о компромиссе, достигаемом путем исключения определенного критерия. Все эти преимущества могут усиливаться или ослабляться в зависимости от особенностей конкретного метода принятия решений.

Эта группа методов в настоящее время наиболее популярна. В литературе она рассматривается иногда как единственный «научно обоснованный» подход к анализу многокритериальных альтернатив, известный под названием MAUT (многокритериальная теория полезности). Большинство работ по аксиоматическим методам выполнено американскими авторами<sup>5,15,16</sup>. Аксиоматические методы непосредственно опираются на классический подход фон Неймана и Моргенштерна, на их теорию ожидаемой полезности. Как известно, фон Нейман и Моргенштерн<sup>17</sup> предложили систему аксиом и при их помощи доказали существование функции полезности, единственной с точностью до линейного преобразования. Хотя все методы оценки многокритериальных альтернатив так или иначе используют измерение ценности, полезности, аксиоматические методы подходят к этим измерениям наиболее теоретически: они рассматривают их как определенные шаги, подтверждающие справедливость выбора некоторых аксиом и ведущие к возможности использования определенной функции полезности.

Обычно аксиоматические методы подразделяют на две подгруппы:

1) оценки альтернатив по многим критериям считаются известными (принятие решений при определенности):

2) заданы функции распределения вероятностей оценок альтернатив (принятие решений при риске).

Обе подгруппы используют близкую систему аксиом.

**Система аксиом.** Обычно используются три группы аксиом<sup>5,6</sup>.

1. Аксиомы «слабого порядка» и транзитивности. Эти аксиомы определяют отношение превосходства одной альтернативы над другой при наличии таких свойств, как связность и транзитивность.

В условиях определенности эти аксиомы могут быть записаны в следующем виде.

Пусть  $u, v, w \in U$  — полезности альтернатив. Тогда

а) для любых  $u, v$  имеет место одно из следующих отношений:

$$u = v, \quad u > v, \quad u < v;$$

б) из  $u > v, v > w$  следует  $u > w$ .

В условиях риска эти аксиомы могут быть сформулированы следующим образом.

Пусть  $R$  — множество распределений вероятностей на множестве альтернатив. Каждое распределение  $P$  в  $R$  можно представить в виде лотереи<sup>18</sup>:

$$L = (p_1 A_1, p_2 A_2, \dots, p_r A_r),$$

где  $p_1, \dots, p_r$  — вероятности осуществления альтернатив

$$\left( \sum_{i=1}^r p_i = 1 \right); A_1, \dots, A_r — альтернативные варианты ре-$$

шения.

Каждому распределению  $P$  или  $Q$  в  $R$  можно приписать определенное числовое значение ожидаемой полезности  $U(P)$  или  $U(Q)$  такое, что  $P \leq Q$ , тогда, когда  $U(P) \leq U(Q)$ .

Тогда для распределений  $P, Q, W$ :

а) имеет место одно из следующих отношений:  
 $U(P) > U(Q)$ ,  $U(P) < U(Q)$ ,  $U(P) = U(Q)$ ;

б) если  $U(P) > U(Q)$ ,  $U(Q) > U(W)$  то  $U(P) > U(W)$ .

2. Аксиомы, исключают так называемые ненормальности в предпочтениях. Имеются две такие аксиомы. Одна из них утверждает, что можно использовать любые части полезности двух альтернатив (объектов) для выражения эквивалентной полезности третьей:

Из  $u > w > v$  следует существование такой  $\alpha$ , что  $\alpha u + (1-\alpha)v = w$ . Обычно эту аксиому называют аксиомой растворимости. Для условий риска ее можно записать в таком виде:

при  $U(P) > U(Q) > U(W)$  и при  $0 < \alpha < 1$

$$\alpha U(P) + (1-\alpha)U(W) = U(Q).$$

Вторая аксиома запрещает использование альтернатив, неизмеримо превосходящих другие альтернативы (архимедова аксиома):

из  $w > v > u$  следует:

$$v > \alpha u + (1-\alpha)w; \quad 0 < \alpha < 1.$$

Для условий риска архимедова аксиома имеет вид: если  $P, Q, W$  — распределения в  $R$  и если  $U(W) > U(Q) > U(P)$ ;  $0 < p, q < 1$ ,

то  $pU(P) + (1-p)U(W) < U(Q)$ ,  $U(Q) < qU(P) + (1-q)U(W)$ .

3. Аксиомы независимости. Эти аксиомы требуют, чтобы предпочтения между альтернативами не зависели от некоторых преобразований этих альтернатив. В настоящее время существует много форм аксиом независимости<sup>19</sup>. Чаще всего используются следующие их типы:

а) слабая условная независимость по полезности: предпочтения для двух альтернатив, отличающихся лишь оценками по шкале одного критерия, не зависят от оценок этих альтернатив по шкалам других критериев;

б) совместная независимость: предпочтения между альтернативами, отличающимися оценками по определенному подмножеству критериев, не зависят от одинаковых оценок по критериям оставшегося подмножества.

В условиях риска в качестве аксиом независимости используются:

в) аксиома (принцип) эквивалента определенности (sure thing): предпочтения между лотереями не должны зависеть от одинаковых составляющих исходов лотерей;

г) аксиома строгой условной независимости по полезности (SCUI): предпочтения среди многокритериальных альтернатив, для которых часть оценок по критериям задана распределением вероятностей, а другая часть имеет постоянные значения, не зависят от этих постоянных значений. Эта аксиома является вероятностным эквивалентом аксиом слабой условной независимости по полезности и совместной независимости;

д) аксиома маргинальности: многокритериальные альтернативы сравнимы между собой только на основе рассмотрения распределений вероятностей оценок по отдельным критериям (т. е. эти распределения рассматриваются как независимые).

**Использование аксиом.** Приведенные аксиомы используются обычно для доказательств существования функции полезности определенного вида. Так, доказано<sup>20</sup>, что при справедливости аксиом группы 1 и 2, а также при выполнении аксиом условной независимости по полезности и совместной независимости функция полезности многокритериальной альтернативы может быть выражена в виде:

$$U = \sum_{i=1}^N f_i(x_i)$$



где  $x_i$  — оценка по  $i$ -му критерию,  $f_i$  — функция полезности по  $i$ -му критерию.

Случаи мультипликативной и квазиаддитивной функции полезности также могут быть формально сведены к этому виду<sup>20</sup>.

При выполнении аксиом определенного эквивалента, строгой условной независимости по полезности и маргинальности полезность распределения  $P$  вероятностей многокритериальных альтернатив может быть выражена в виде

$$U(P) = \sum_{j=1}^r p_j U(A_j) = \sum_{j=1}^r p_j U(\bar{x}_j),$$

где  $p_j$  — вероятность осуществления  $j$ -й альтернативы,  $\bar{x}_j$  — вектор многокритериальных оценок  $j$ -й альтернативы.

Довольно часто формулируются другие аксиомы независимости с целью доказать существование функции полезности определенного конкретного вида. Так, Р. Кини использует аксиомы независимости по предпочтению и независимости по полезности<sup>21</sup>. Первую из них можно рассматривать как частный случай аксиомы о совместной независимости: предпочтения для альтернатив, различающихся оценками по двум критериям, не зависят от одинаковых оценок по прочим критериям.

Рассмотрим лотерею, два исхода которой представляют комбинацию двух разных оценок по шкале одного критерия и одинаковых оценок по шкале прочих критериев. Условие независимости по полезности состоит в том, что определенный эквивалент этой лотереи независим от фиксированных значений оценок критериев, одинаковых для двух исходов.

Р. Кини показал<sup>21</sup>, что при выполнении приведенных выше аксиом в) и г) функция полезности многокритериальной альтернативы имеет вид

$$U = \sum_{i=1}^N k_i U_i(x_i) \quad \text{при} \quad \sum_{i=1}^N k_i = 1,$$

$$\text{или} \quad 1 + kU = \prod_{i=1}^N [1 + k k_i U_i(x_i)] \quad \text{при} \quad \sum_{i=1}^N k_i \neq 1,$$

где  $U$ ,  $U_i$  — нормированные функции полезности ( $0 \leq U$ ,

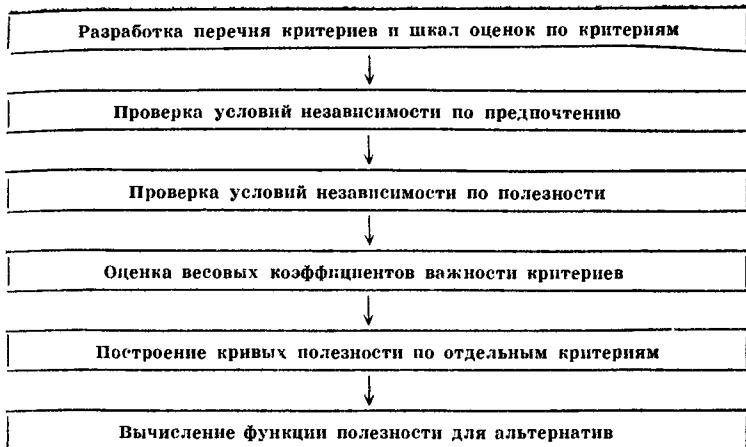


Рис. 4

$U_i \leq 1$ ),  $k_i$  — постоянные ( $0 < k_i < 1$ ),  $k$  — постоянная ( $k > -1$ ).

**Пример применения одного из методов.** В качестве типичного метода решения проблем при аксиоматическом подходе рассмотрим метод Р. Кини<sup>22</sup>. Изучалась проблема выбора энергетической политики (различных способов производства электроэнергии: постройка электростанций на угле или атомных) до 2000 г. для штата Висконсин, США. Блок-схема метода приведена на рис. 4. В качестве критериев оценки альтернатив рассматривались: выработка электроэнергии, количество земли, используемое под электростанцию, наличие радиоактивных отходов и т. д. (всего 11 критериев). Были определены верхняя и нижняя оценки на количественных шкалах оценок критериев.

При проверке независимости по предпочтению Р. Кини спрашивал ЛПР, например, какому количеству радиоактивных отходов эквивалентны 2000 акров земли, занятой под электростанцию, при лучших оценках по остальным 9 критериям. Далее этот вопрос повторялся при худших оценках по остальным 9 критериям. В случае одинакового ответа делался вывод о независимости по предпочтению для этих двух критериев.

Проверка независимости по полезности проводилась следующим образом. От ЛПР требовался эквивалент оп-

ределенности (sure thing) для лотерей, дающей с вероятностью 0,5 либо 200 т радиоактивных отходов либо их отсутствие при лучших оценках по прочим 10 критериям. Далее повторялся тот же вопрос при худших оценках по прочим 10 критериям. При одинаковых ответах делался вывод о независимости по полезности.

Проверка аксиом привела автора к выводу об их справедливости.

Далее рассматривалась задача нахождения весовых коэффициентов важности критериев. Первоначально критерии упорядочивались по важности, при этом от ЛПР требовалось сравнение по важности перехода от худших к лучшим оценкам для двух критериев. Затем критерии рассматривались попарно, и ЛПР находил две точки безразличия: первую — с лучшей оценкой по более важному критерию и худшей по менее важному и вторую — с лучшей оценкой по менее важному критерию и промежуточной по более важному. Так, например, определялось, что альтернатива с 0,5 млрд. кВт. ч электроэнергии (минимальное значение) при отсутствии радиоактивных отходов эквивалентна для ЛПР альтернативе с 3 млрд. кВт. ч выработанной электроэнергии (максимум) при определенном количестве радиоактивных отходов. На основе пар безразличия была составлена система линейных уравнений, решение которых дало согласованные веса критериев. Сумма этих весов оказалась близкой к единице, что позволило использовать аддитивное представление функции полезности. Построение кривых полезности по отдельным критериям осуществлялось при помощи сравнения лотерей. Лучшей оценке присваивалась полезность  $U=1$ , худшей  $U=0$ . От ЛПР требовался эквивалент определенности для лотерей, дающей с вероятностью 0,5 лучшую и с вероятностью 0,5 худшую оценку. Далее находились эквиваленты определенности для лотерей, включающих найденное значение из первой лотереи и одно из крайних, и т. д.

Зная оценки альтернатив, кривые полезности для отдельных критериев и весовые коэффициенты, можно подсчитать по формуле взвешенной суммы оценок полезность любой из альтернатив.

Трудности проверки аксиом и стремление к аддитивности. При практическом использовании аксиоматического подхода чаще всего подвергаются проверке аксиомы

3-й группы. Справедливость аксиом 1-й группы обычно не оспаривается. Имеются ситуации, когда возникает сомнение в справедливости аксиом 2-й группы. Так, при дискретных оценках по шкалам «растворимость» не существует. Хотя, как утверждается в ряде работ<sup>6,23</sup>, лексикографическое упорядочение критериев по важности встречается редко, надо иметь в виду, что оно не соответствует архимедовой аксиоме.

Подлинным камнем преткновения для аксиоматического подхода в целом являются аксиомы о независимости. Прежде всего во многих практических случаях они нарушаются. Так, в работе фон Винтерфельда и Фишера<sup>20</sup> приведен житейский пример нарушения аксиомы слабой условной независимости по полезности: можно всегда предпочитать большую машину малой при гидравлической коробке передач, но без нее предпочтения могут измениться из-за трудностей управления большой машиной с механической коробкой передач.

В работе Хэмпфри<sup>23</sup> приводится пример нарушения аксиомы о совместной независимости при соблюдении аксиомы слабой условной независимости по полезности: выбор между отдельным домом и квартирой с учетом времени проезда (на автомобиле) до места работы зависит от оценки по третьему критерию — наличие или отсутствие электрички рядом с местом жительства.

Наблюдалось большое число случаев, когда действия людей при выборе не соответствуют аксиоме определенного эквивалента. К этим случаям относится и известный парадокс Алле<sup>18</sup>. В работе П. Словики и А. Тверского<sup>24</sup> убедительно показано, что аксиома определенного эквивалента, выдвинутая Сэвиджем, никак не может претендовать на какой-то логический принцип, что люди сознательно нарушают ее при выборе и не изменяют предпочтений даже после детального обсуждения этого факта.

В работе фон Винтерфельда и Фишера<sup>20</sup> приводится пример нарушения аксиомы сильной условной независимости по полезности. Предлагается выбор из двух лотерей (рис. 5), исходы которых равновероятны. Многие могут предпочесть первую лотерею второй, поскольку потеря 50 долларов не так уж страшна при выигрыше цветного телевизора, а выигрыш в 100 долларов привлекательней, чем гарантированные 15 долларов второй лоте-

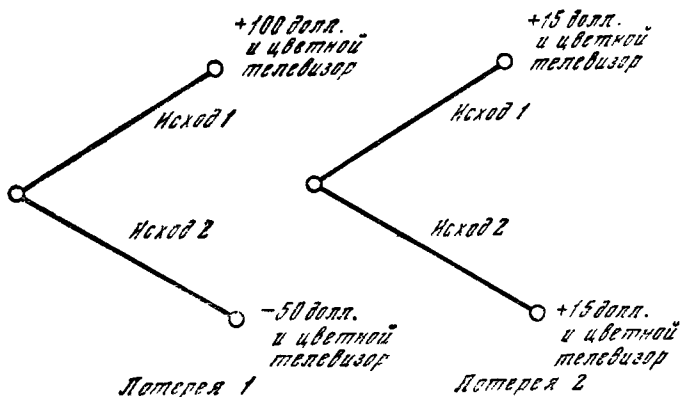


Рис. 5

реп. Предположим, что в качестве выигрыша остались те же деньги, но нет цветного телевизора. Тогда некоторые предпочтут уже вторую лотерею, так как возможная потеря 50 долларов кажется весьма непривлекательной.

В работе Хэмффри<sup>23</sup> дан пример нарушения аксиомы маргинальности (рис. 6). Имеются две лотереи, исходы которых равновероятны. В соответствии с аксиомой маргинальности ЛПР должен быть безразличен к выбору любой из них. Но большинство людей явно предпочтут вторую лотерею, нарушая эту аксиому.

Проблема заключается не только в случаях нарушений аксиом, а в тех путях решения, которые использу-

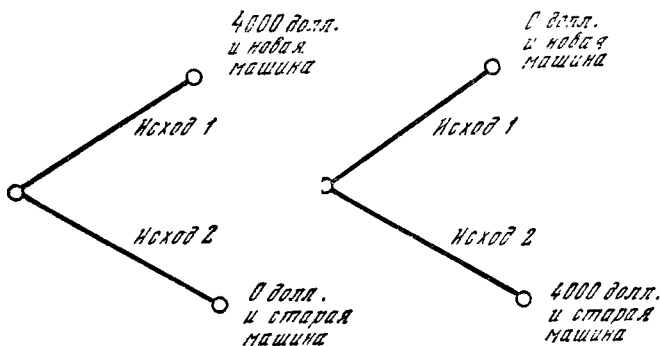


Рис. 6

ются при нарушениях аксиом независимости. При нарушении аксиом слабой условной независимости по полезности и совместной независимости рекомендуется чаще всего строить кривые компромисса<sup>25</sup> между полезностями различных критериев (этот метод мы рассмотрим далее). Такой подход применим лишь при малом числе критериев. Вторым подходом является объединение зависимых критериев в группу и рассмотрение их в качестве нового сложного критерия, не зависящего от остальных<sup>26</sup>. Ясно, что этот подход не универсален. Сторонники третьего подхода предлагают просто не замечать нарушений аксиом независимости и использовать аддитивную формулу<sup>27</sup>.

Еще хуже обстоит дело с нарушениями аксиом независимости в условиях риска. При нарушениях аксиомы определенного эквивалента рекомендуется либо попытаться иначе сформулировать задачу, исключив условия риска и перейдя к определенности, либо не обращать внимания на эти нарушения.

П. Хэмпфри<sup>23</sup> отмечает отсутствие тестов для проверки аксиомы строгой условной независимости по полезности. При обнаружении нарушений этой аксиомы, а также аксиомы маргинальности рекомендуется перегруппировкой критериев устранить их зависимость либо просто не обращать внимания на нарушения аксиом и использовать формулу взвешенной суммы оценок критериев. Основанием для второго подхода служат хорошие результаты использования аддитивной модели для предсказания оценок альтернатив при повторяющихся решениях. Но этот довод не имеет силы в ситуации однократного выбора.

При практическом использовании аксиоматических методов сама проверка аксиом независимости осуществляется выборочно, по отдельным точкам. Но даже такая проверка требует специальной подготовки ЛПР и его многочасовой работы (Р. Кини отмечает<sup>22</sup>, что получение информации от ЛПР заняло 8 часов).

Из описания случаев применения аксиоматических методов видно явное стремление использовать любой ценой аддитивную (или мультипликативную) функцию полезности. Удовлетворительные способы решения проблемы при зависимости критериев фактически отсутствуют.

**Предварительная оценка.** Критически оценивая аксиоматические методы, следует отметить их искусственность — в основу положены чисто формальные допущения

ния и главная проблема сравнения альтернатив (отметим, что в приведенном примере выбора энергетической политики было всего 6 альтернатив!) отступает на второй план перед чисто формальной проблемой поиска функции полезности в определенной форме.

Несмотря на известность данного подхода в среде теоретиков, трудно дать общую оценку возможности его применения в практических случаях. Работа Кини<sup>28</sup> не убеждает, что подход имеет массу приложений: большинство примеров имеет искусственный характер (как и в приведенной выше работе этого автора<sup>22</sup>).

## Прямые методы

**Основные группы методов.** Существует большое число методов, в которых форма зависимости результирующей полезности альтернативы от ее оценок по многим критериям задается без всяких теоретических оснований, а параметры этой зависимости либо также задаются либо непосредственно, «вирямую», оцениваются ЛПР. Такие методы называются прямыми (в противоположность аксиоматическим, которые называются непрямыми).

Прямые методы можно разделить на пять групп:

1) постулируется как сама основная формула полезности для многокритериальной альтернативы, так и все ее параметры. Для обоснования выбора этой формулы используются обычно некоторые принципы (например, принцип одинаковой степени достижения экстремума по всем критериям);

2) ЛПР выбирает один из способов определения полезности альтернатив при неизвестной информации о вероятности различных внешних условий. Обоснованием выбора считается привлекательность того или иного способа для ЛПР;

3) постулируется основная форма зависимости, но ее параметры непосредственно назначаются ЛПР. Примером является известный метод взвешенных сумм оценок критериев. В работах с изложением этих методов обычно не приводятся иных обоснований, кроме: «это удобно и просто, проблему следует решать именно таким способом»;

4) основная форма зависимости задается, а ее параметры определяются путем вычислений, проводимых на основе прямой оценки ЛПР полезностей некоторых мно-

гокритериальных альтернатив. Обоснованием являются обычно рассуждения, что примерный вид зависимости ясен из качественных соображений, но его надо уточнить;

5) за основу берется формула максимизации ожидаемой полезности (которая постулируется), а ЛПР определяет вероятностные оценки различных исходов на деревьях решений. Обоснованием является представление о принципе максимизации ожидаемой полезности как о «единственном рациональном» принципе в принятии решений.

Мы рассмотрим эти группы более подробно.

**Постулируемые принципы.** Этот подход на первый взгляд кажется наиболее простым. ЛПР предлагается ряд принципов, принятие каждого из которых влечет выбор определенной зависимости между полезностью многокритериальной альтернативы и ее оценками по критериям. Эти принципы (равномерности, справедливой уступки и т. д.) описаны в ряде работ<sup>24,30</sup>. Примером может служить следующий вид зависимости:

$$U = \sum_{i=1}^N \left[ \frac{x_i - x_i^*}{x_i^*} \right]^2$$

где  $x_i^*$  — наилучшее значение по  $i$ -му критерию,  $x_i$  — фактическая оценка по  $i$ -му критерию.

При такой зависимости для всех критериев как бы вводится квадратичный штраф отклонений от наилучшего значения. Отметим, что данный подход часто предлагается для динамических систем, где оптимизация по каждому из отдельных критериев достаточно трудоемка. Выбор «принципа» освобождает ЛПР от всех хлопот, но насколько обоснован такой выбор? К этому вопросу мы вернемся ниже.

**Выбор глобального критерия.** Для методов данной группы исходной информацией является следующая таблица:

Альтернативы	Варианты внешних условий		
	$B_1$	$B_2$	$B_m$
$A_1$	$U_{11}$	$U_{12}$	$U_{1m}$
...			
$A_N$	$U_{N1}$	$U_{N2}$	$U_{Nm}$



В таблицу заносятся оценки полезностей альтернатив при том или ином варианте внешних условий, характеризующих обстановку после принятия решений. Считается, что вероятности внешних условий заранее неизвестны, а сама таблица известна при принятии решений (весьма сильное предположение). Обычно рассматриваются агрегированные оценки альтернатив, но нет принципиальных препятствий против рассмотрения оценок альтернатив по многим критериям (при известной формуле их агрегации).

Выбор предпочитаемой альтернативы (с полезностью  $U^*$ ) производится на основании одного из следующих критериев<sup>31</sup>:

1) Максиминный критерий (наибольшая осторожность). Выбирается:

$$U^* = \max_i \min_j U_{ij},$$

где  $i$  — индекс строки,  $j$  — индекс столбца таблицы.

2) Критерий минимаксного сожаления. Вводится понятие сожаления для  $i$ -й альтернативы при  $j$ -м варианте внешних условий:

$$C_{ij} = \max_i U_{ij} - U_{ij}.$$

Далее выбирается:

$$\underline{U}^* = \min_j C_{ij}.$$

3) Критерий максимакса (крайний оптимизм)

$$U^* = \max_i \max_j U_{ij}.$$

4) Критерий Гурвича. Пусть для  $i$ -й альтернативы

$$m_i = \min_j U_{ij}; \quad M_i = \max_j U_{ij}.$$

Для каждой альтернативы  $A_i$  вычисляют показатель:

$$U_i(\alpha) = \alpha m_i + (1 - \alpha) M_i,$$

где  $0 \leq \alpha \leq 1$ .

Далее выбирается (при заданном  $\alpha$ )

$$U^* = \max_i U_i(\alpha).$$

5) Критерий Лапласа. Все варианты внешних условий принимаются равновероятными и для каждой альтернативы  $A_i$  определяется показатель

$$U_{i\text{cp}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m U_{ij}.$$

Далее выбирается:

$$U^* = \max_i U_{i\text{cp}}.$$

Нет никаких оснований считать априори один критерий чем-то лучшим, чем другой. Поэтому принято, что такой выбор должен делать руководитель. Если исключить очевидные случаи (доминирование одной альтернативы над всеми), то для ЛПР выбор критерия столь же труден как и прямой выбор одной из альтернатив.

**Двойники аксиоматических методов.** Существует группа простых методов, форма зависимостей в которых имеет тот же вид, что и в некоторых аксиоматических методах. Как известно, основная направленность аксиоматических методов состоит в обосновании таких зависимостей, в то время как в прямых методах они просто постулируются. Это различие практически исчезает в случаях, когда не выполняются те или иные аксиомы и определенная зависимость принимается без достаточных обоснований. Выделение этой группы прямых методов необходимо, особенно если учесть их значительную популярность.

Если среди некоторых теоретиков аксиоматические методы рассматриваются как единственные средства решения проблем оценки многокритериальных альтернатив, то примерно такое же отношение к данной группе прямых методов наблюдается среди некоторых практиков («естественно нужно назначить веса, помножить их на оценки и сложить»).

К основным методам данной группы следует отнести:

1. Метод взвешенной суммы<sup>27,32,33</sup> (наиболее популярный по числу посвященных ему работ)

$$U = \sum_{i=1}^N w_i x_i,$$

где  $w_i$  — вес (важность)  $i$ -го критерия, назначаемый ЛПР;  $x_i$  — оценка альтернативы по  $i$ -му критерию.

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1.$$

Иногда этот метод используют при единичных весах<sup>32</sup>. Если  $w_i = 1$ , ( $i = 1, \dots, N$ ), а  $x_1$  измеряется в целых числах (баллах), то метод называют балльным. Логическим обоснованием метода взвешенной суммы является представление об общей полезности альтернативы как о сумме оценок нескольких независимых критериев. Коэффициенты  $w_i$  выражают относительную важность оценок критериев.

## 2. Мультипликативный метод<sup>32</sup>

$$U = \prod_{i=1}^{i=N} w_i f(x_i).$$

Чаще всего принимают  $f(x_i) = x_i$ . Есть работа<sup>32</sup>, где приведен метод с зависимостью  $j(x_i) = e^{x_i}$ . Путем логарифмирования мультипликативный метод можно свести к суммированию логарифмов оценок, поэтому иногда его объединяют с методом взвешенных сумм<sup>20</sup>. Логическим обоснованием мультипликативного метода является представление об оценках по критериям, как о вероятностях достижения определенных показателей качества.

3. Лексикографическое упорядочение критериев<sup>5,9</sup>. В данном методе критерии упорядочиваются по важности, после чего считается лучшей альтернатива, имеющая более высокую оценку по более важному критерию вне зависимости от оценок по прочим критериям (методы лексикографического упорядочения критериев по важности имеют аксиоматическое обоснование<sup>18</sup>, но для них не разработаны процедуры проверки аксиом, характерные для аксиоматических методов).

Существует множество модификаций приведенных выше основных типов прямых методов. Укажем ряд приемов, использование которых (либо их совокупности) приводит к той или иной модификации.

Приемы, используемые при определении весов критериев:

1. Упорядочение критериев по важности<sup>20</sup>.

2. Определение отношений по важности для весов критериев<sup>34</sup>. При этом ЛПР дает отношение  $w_i/w_j$  в числовом виде.

### 3. Построение таблиц на основе попарного сравнения критериев по важности<sup>34</sup>

	1	2				$N$	$\Sigma$
1	0	1	1				$a_1$
2		0	1				$a_2$
...				0	1		...
$N$						0	$\tau_N$

В приведенной таблице строки и столбцы соответствуют номерам критериев. На пересечении  $i$ -й строки и  $j$ -го столбца заносится 1, если  $i$ -й критерий важнее  $j$ -го и 0 — в противном случае. В последнем столбце содержится сумма элементов строк. Вес критерия считается пропорциональным этой сумме. Такой подход рекомендуется использовать при большом числе критериев.

4. Определение весов при помощи совокупности последовательных сравнений (метод Черчмена — Акоффа). Путем сравнения важности критериев между собой и суммарной важности критериев ищут неравенства, определяющие диапазоны значений для каждого из весов, после чего выбирают любое множество чисел, не противоречащее полученным соотношениям (изложение метода дано в обзоре Фишборна<sup>35</sup>, а его справедливая критика — в книге Холла<sup>36</sup>).

5. Нахождение весов после предварительного определения средней точки<sup>37</sup>. Определяются «средние» значения на шкалах критериев, совокупность которых дает координаты «средней» точки в пространстве критериев. Веса рассматриваются при этом как отношения важности критериев при отклонениях относительно средней точки.

6. Многократное повторное сравнение пар критериев по важности<sup>38</sup>. В таблицу, аналогичную приведенной выше, заносится на пересечении  $i$ -й строки и  $j$ -го столбца число раз, когда ЛПР предпочел  $i$ -й критерий  $j$ -му при многократном сравнении (и многократном (?) забывании). Данный подход представляет попытку применения известного метода Терстоуна<sup>39, 40</sup>.

7. Использование иерархии критериев<sup>27, 41</sup>. В ряде случаев можно построить иерархию критериев, выделив

в каждом из сложных критериев совокупность простых, входящих в него. Важность составного критерия считается пропорциональной числу входящих в него простых критериев.

8. Определение вместо точных значений весовых коэффициентов важности критериев диапазона их возможных значений<sup>42</sup>.

Приемы, используемые при построении и применении шкал критериев:

1. Предварительные отсечки по качеству<sup>32</sup>. На шкалах критериев определяется уровень качества. Если хотя бы одна оценка альтернативы ниже этого уровня, альтернатива исключается из рассмотрения.

2. Определение «диапазонов нечувствительности». На шкале критериев определяется интервал значений такой, что оценки двух альтернатив, находящиеся внутри данного интервала, рассматриваются как одинаковые.

3. Непосредственное получение от ЛПР кривых полезности для шкал критериев<sup>27</sup>. ЛПР рисует на графиках кривые полезности по критериям, взятым отдельно и независимо от других.

4. Построение кривых полезности по каждому из критериев путем поэтапного выявления предпочтений ЛПР тем или иным способом (сравнения оценок, интервалов между оценками и т. д.)<sup>21</sup>.

**Интерполяция функции полезности.** При данном подходе также постулируется общий вид функции полезности. Отличие от предыдущего заключается в том, что параметры функции не назначаются ЛПР, а определяются расчетным путем на основе прямой (числовой) оценки ЛПР некоторых многокритериальных альтернатив. Так, в работе Интемы и Клема<sup>43</sup> функция полезности задавалась в виде

$$U = A + \sum_{i=1}^3 b_i x_i + \sum_{i=1}^2 c_i x_i x_{i+1} + c_3 x_1 x_3 + d x_1 x_2 x_3,$$

где  $x_i$  — оценка по  $i$ -му критерию,  $A$ ,  $b_i$ ,  $c_i$ ,  $d$  — коэффициенты.

Руководитель оценивал количественную полезность восьми многомерных альтернатив. Эти значения подставлялись в приведенную зависимость, после чего аналитическим путем находились ее параметры.

**Наука о решениях.** Именно под таким названием (decision science) известен в литературе подход, связанный с оценкой вероятностей на деревьях решений<sup>18</sup>. Основная идея данного подхода заключается в следующем. Имеются два варианта действий: А и Б (например, разрабатывать одну либо другую технологию производства нового продукта). Пусть при выборе варианта А точный результат заранее неизвестен и возможны три альтернативных исхода 1, 2, 3, привлекательность которых может быть оценена в деньгах:  $D_1, D_2, D_3$ . Предположим, что известны вероятности этих исходов:  $p_1, p_2, p_3$ . Тогда полезность варианта А определяется по формуле (ожидаемая денежная оценка):

$$U_A = \sum_{i=1}^3 p_i D_i.$$

Аналогично оценивается полезность варианта Б. Выбор между А и Б должен соответствовать большему значению полезности.

Остаются две проблемы: как заранее определить все возможные исходы различных действий — именно для этого строится так называемое дерево решений; как определить вероятности исходов — для этого используется метод лотерей.

Деревья решений строят, исходя из последовательного анализа всех возможных событий. Примером может служить небольшое дерево на рис. 7.

Более интригующим является вопрос о том, как получить субъективные вероятности (вероятности, назначаемые ЛПР) для неизвестных событий. Ответ на это сформулирован в книге Г. Райфы<sup>18</sup> следующим образом. Пусть  $E$  — некоторое случайное событие реального мира, а  $I_E$  — лотерея, которая дает выигрыш  $W$ , если  $E$  произойдет и выигрыш  $L$  — в противном случае. Если ЛПР не может определить, что для него лучше — лотерея  $I_E$  или лотерея, дающая  $W$  с вероятностью  $p$  и  $L$  с вероятностью  $(1-p)$ , то субъективная вероятность  $E$  принимается равной  $p$ .

Итак, определение субъективных вероятностей событий производится путем поиска безразличия между двумя лотереями подбором вероятности осуществления событий в одной из них. Подход применим как при оценках

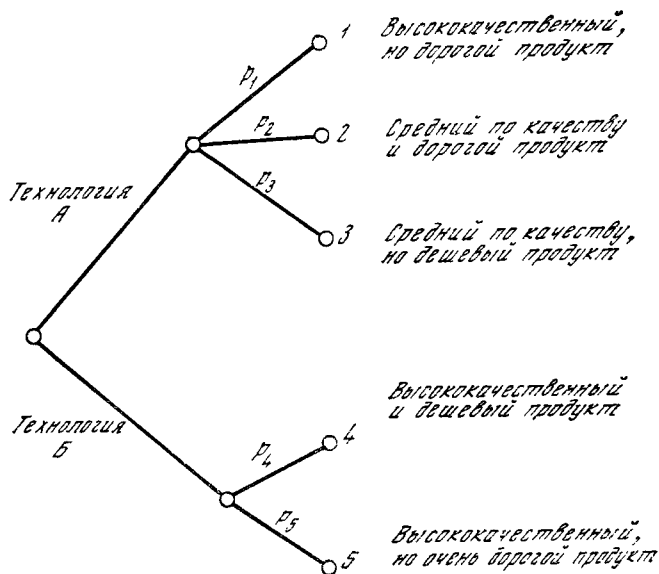


Рис. 7

альтернатив по одному критерию, так и при многокритериальных альтернативах. В последнем, наиболее интересном для нас случае, Г. Райфа предлагает определять коэффициент отношения между полезностями по разным критериям (предполагается линейное изменение полезности вдоль шкалы критерия) и использовать взвешенную сумму оценок критериев.

**Пример применения одного из методов.** В последние годы активную деятельность по приложению прямых методов (второй группы) проводит в США исследовательский институт по социальным наукам, возглавляемый профессором В. Эдвардсом. Он называет применяемый им метод простым методом многокритериальной оценки (SMART)<sup>27</sup>. Блок-схема основных этапов метода приведена на рис. 8.

Приложения этого метода описаны в отчете Эдвардса<sup>44</sup>. Одна из практических задач состояла в оценке программы исследований для так называемой государственной организации развития детей (Office of Child Deve-

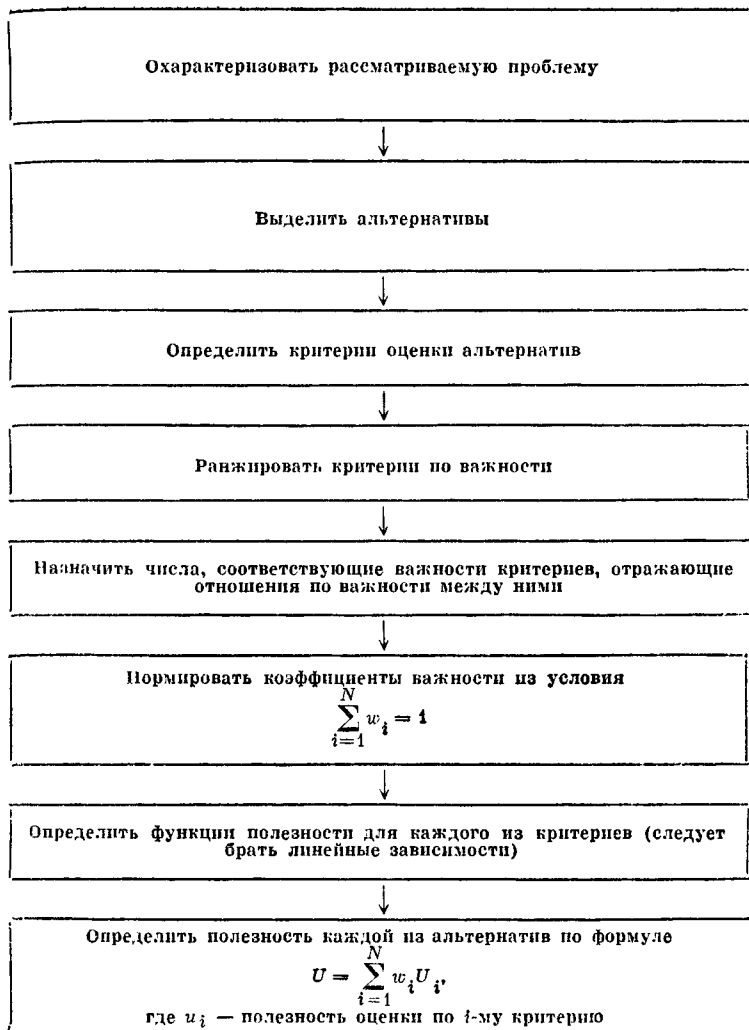


Рис. 8

lorment), проведенной в 1972—1973 гг. Эта организация рассматривалась как ЛПР. Была определена группа из 15 человек — руководителей организации, каждый из которых дал список критериев, расположив их в порядке важности. Затем менее важные критерии были удалены.



Оставшийся список направили тем же людям для ранжирования и присвоения весов, после чего критерии, получившие малые веса, также были удалены из рассмотрения. Поскольку при этом наблюдались существенные расхождения, материал был передан директору организации, который назначил окончательные веса для 13 критериев (пример критерия: степень соответствия проекта общей политике организации — вес 0,16). Далее 56 проектов были оценены по критериям тремя сотрудниками организации, выступавшими в роли экспертов. Совпадение агрегированных оценок было хорошим (учитывались средние значения количественных оценок). Разброс оценок проектов по каждой из шкал был существенным. На результирующем этапе определялись полезности всех проектов: среднее значение — 483, стандартное отклонение — 204. Далее директор назвал 10 проектов, которые явно не устраивали организацию. На основе его оценки был определен уровень полезности  $U=295$ , проекты, имеющие меньшую полезность, исключались из рассмотрения.

*Предварительная оценка.* Для многих прямых методов характерны высокие требования к ЛПР на начальных этапах работы. Так, для методов первой группы ЛПР должен сделать выбор «наиболее справедливого и обоснованного» принципа. В задачах принятия решений с субъективными критериями такой выбор сделать крайне сложно, если не невозможно. Аналогичные сложности возникают для методов второй и третьей групп. Как и для аксиоматических методов, остаются нерешенными проблемы зависимых критериев.

## Методы компенсации

**Основные идеи.** Идея компромисса, уравнивания по полезности оценок различных критериев, достаточно широко известна. Впервые она была изложена в 1772 г. Бенджаминем Франклином в одном частном письме<sup>2</sup>, где Франклин замечает, что при сравнении трудно одновременно держать в голове все достоинства и недостатки каждой из альтернатив. Поэтому он выписывает в два отдельных списка достоинства и недостатки альтернативы, после тщательного анализа определяет, какой недостаток (или их совокупность) можно считать эквивалент-

ным определенному достоинству (или их совокупности), после чего вычеркивает их из списка.

Переход от сравнения качеств по различным критериям к сравнению альтернатив может быть осуществлен различными путями. Среди них следует выделить построение кривых безразличия и сравнение разностей оценок альтернатив по критериям.

**Точки и кривые безразличия.** На рис. 9 дан пример кривых безразличия для двух критериев оценки альтерна-

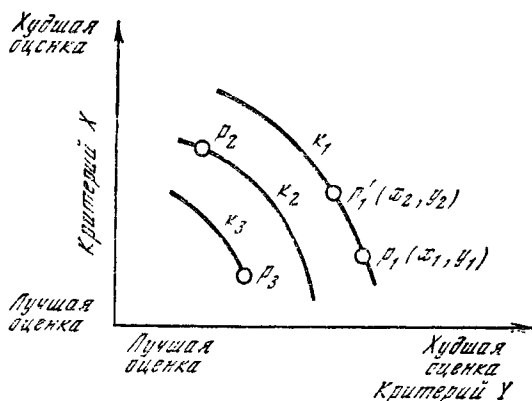


Рис. 9

тив. Точки  $P_1, P_2, P_3$  называют исходными. Построение кривой безразличия  $k_i$  осуществляется следующим образом:

- 1) выбирается исходная точка  $P_1(x_1, y_1)$ , где  $x_1, y_1$  — значение критериев  $X, Y$  в данной точке;
- 2) выбирается приращение  $\Delta$  по критерию  $X$  (положительное или отрицательное) и определяется  $x_2 = x_1 + \Delta$ ;
- 3) определяется значение  $y_2$  по критерию  $Y$  такое, что точка  $P'_1(x_2, y_2)$  эквивалентна по полезности точке  $P_1(x_1, y_1)$ ;
- 4) по найденным точкам проводится кривая безразличия.

Различные процедуры выявления предпочтений ЛПР при построении кривых безразличия предложены К. Маккриманом<sup>25,26</sup>. Если в многокритериальном пространстве построены поверхности безразличия, то сравнение многокритериальных альтернатив крайне просто,

поскольку эти поверхности (или исходные точки) можно упорядочить по полезности. Так, точка  $P_2$  на рис. 9 предпочтительней  $P_1$ .

Поиск точек безразличия может быть использован для построения функции полезности для одного критерия, имеющей общую единицу измерения с функцией полезности по другому критерию. Процедура построения состоит из следующих этапов:

1) выбирается исходная точка  $(x_1, y_1)$  на плоскости двух критериев;

2) один из критериев  $X$  выбирается как основной, значение  $x_1$  фиксируется;

3) выбирается отклонение  $\Delta$  от значения  $x_1$ ;

4) ставятся вопросы к ЛПР о том, каково значение  $y_2$ , при котором приращение  $\delta_1 = y_2 - y_1$  эквивалентно  $\Delta$ ;

5) ставятся вопросы к ЛПР о значении  $y_3$ , при котором  $\delta_2 = y_3 - y_2$  эквивалентно  $\Delta$ , и т. д.

Данная процедура получила название двойной стандартной последовательности<sup>20</sup>, или процедуры зубьев пилы<sup>35</sup>.

Методы сравнения разностей оценок альтернатив. Во многих методах принимается как очевидный порядок действий, при котором нужно сначала оценить полезность альтернативы, а уже потом сравнить альтернативы между собой. Между тем существует группа методов, в которых принят совсем иной порядок: альтернативы сначала сравниваются покритериально, а уже потом осуществляется общее сопоставление всех достоинств и недостатков каждой из них.

Пусть  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$ ,  $(y_1, y_2, \dots, y_N)$  — оценки альтернатив  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$  по  $N$  критериям. Тогда альтернатива  $\bar{x}$  предпочтительней, чем альтернатива  $\bar{y}$ , если

$$\sum_{i=1}^N \varphi_i [U_i(x_i) - U_i(y_i)] \geq 0,$$

где  $U_i$  — функция полезности для  $i$ -го критерия,  $\varphi_i$  — функция, определяющая влияние разностей оценок по  $i$ -му критерию на результат сравнения двух альтернатив.

Теоретическое обоснование модели сравнения сумм разностей оценок альтернатив было дано А. Тверским<sup>45</sup>. Он показал, что метод сложения разностей оценок совпадает с методом взвешенных сумм оценок критериев, если

в первом из них все функции линейны. Он исследовал также свойства этого метода и доказал теоремы о транзитивности альтернатив. Эти теоремы утверждают:

1. При  $N=1$  транзитивность будет всегда.

2. При  $N=2$  транзитивность будет тогда и только тогда, когда  $\varphi_i(x) = \varphi_j(t \cdot x)$ , где  $t$  — положительная постоянная.

3. При  $N \geq 3$  транзитивность будет тогда и только тогда, когда все функции  $\varphi_i$  линейны, т. е.  $\varphi_i(x) = t_i x$ .

Рассмотрим случай, когда имеются две альтернативы и  $N$  критериев. Тогда при сравнении разностей оценок необходимо сделать  $N$  попарных сравнений оценок по  $N$  критериям. При непосредственной же оценке каждой из альтернатив необходимо  $2N$  сравнений между оценками по различным критериям. Отметим также, что сравнение оценок по одному критерию осуществлять проще, так как при этом размерность не является помехой. При попарном сравнении можно ввести округления и считать оценки по ряду критериев примерно одинаковыми при малых различиях. Тогда все внимание будет перенесено на существенные различия. Но при всех этих достоинствах необходимо иметь в виду, что при нелинейной кривой полезности хотя бы по одному критерию в принципе возможна нетранзитивность в сравнении альтернатив.

Следует отметить интересный метод «припасовывания»<sup>46</sup>, в котором используется сравнение разностей оценок для упорядочивания многомерных альтернатив. К последовательности альтернатив, упорядоченной по полезности

$$U_1(x_1, y_1) > U_2(x_2, y_2) > U_3(x_3, y_3),$$

добавляется альтернатива  $U(x_h, y_p)$ . Место этой альтернативы в последовательности определяется путем сравнений

$$\Delta_1 = x_i - x_h \quad \text{и} \quad \Delta_2 = y_i - y_p.$$

**Пример применения одного из методов.** Метод сравнения разностей оценок альтернатив использовался для решения задачи о назначениях исполнителей на определенные работы<sup>47</sup>. Исполнители и выполняемая работа оценивались по одним и тем же критериям. Оценки работы

рассматриваются как требования, предъявляемые к исполнителю, а оценки исполнителя — как его возможности выполнять определенного вида работу.

Рассмотрим проблему выбора одного из двух исполнителей для определенной работы. Требуется выбрать исполнителя, оценки которого по критериям были бы ближе к оценкам работы. Полное совпадение оценок характеризуется как случай идеального назначения.

Первоначально рассматриваются попарно характеристики (совокупность оценок по критериям) работы и каждого из исполнителей. ЛПР путем попарного сопоставления величин падения качества (отклонение от оценок работы в худшую сторону) упорядочивает по критериальным отклонениям характеристик исполнителей от характеристики работы. Относительно каждой пары отклонений принимается одно из следующих решений: а) одно из падений качества явно превосходит другое, б) они примерно эквивалентны.

Далее ЛПР осуществляет первую операцию сравнения (ОСР-1). Сравнивая упорядоченные по падению качества отклонения для двух исполнителей, определяет, не является ли наибольшее отклонение для какого-либо исполнителя столь большим, что явно доминирует над другим. Если в результате ОСР-1 удастся установить факт доминирования одного исполнителя над другим по близости к работе, то сравнение окончено. Если нет, то ЛПР осуществляет операцию сравнения ОСР-2: поочередно сравнивает по два (начиная с наибольших) отклонения падения качества для разных исполнителей. При этом возможны два результата сравнения: а) падение качества для исполнителя  $C_i$  по одному критерию превосходит по своему значению (потере полезности) падение качества для исполнителя  $C_j$  по другому критерию; б) оба падения качества эквивалентны (либо примерно эквивалентны).

Если в результате ОСР-2 удастся определить отношения доминирования падений качества одного субъекта над другим, то сравнение окончено. Если нет, то ЛПР осуществляет операцию ОСР-3, сравнивая одно из падений качества для одного исполнителя с совокупностью из двух падений качества для другого, пытаясь получить один из следующих результатов: а) доминирование, б) эквивалентность,

Если в результате ОСР-3 удается определить отношение доминирования падений качества одного исполнителя над другим, то сравнение окончено. Если же после использования операций ОСР-1, ОСР-2 и ОСР-3 информация, полученная от ЛПР, не позволяет установить бóльшую близость (в пространстве критериев) характеристики одного из исполнителей к характеристике работы, то возможности исполнителей объявляются эквивалентными для данной работы.

При выполнении ОСР-1, ОСР-2 и ОСР-3 ЛПР фактически сравнивает элементы, отличающиеся оценками по 1—3 критериям. Если простые операции сравнения не позволяют явно установить факт доминирования, то исполнители имеют резко отличающиеся характеристики примерно одной величины близости к характеристикам работы. Статистические оценки позволяют сделать вывод (при  $N \leq 10$ ) об очень большом проценте случаев, когда операции ОСР-1, ОСР-2 и ОСР-3 приводят к выводам об эквивалентности или доминировании<sup>47</sup>. При выявлении противоречий в ответах ЛПР требуются повторные оценки.

Блок-схема метода приведена на рис. 10.

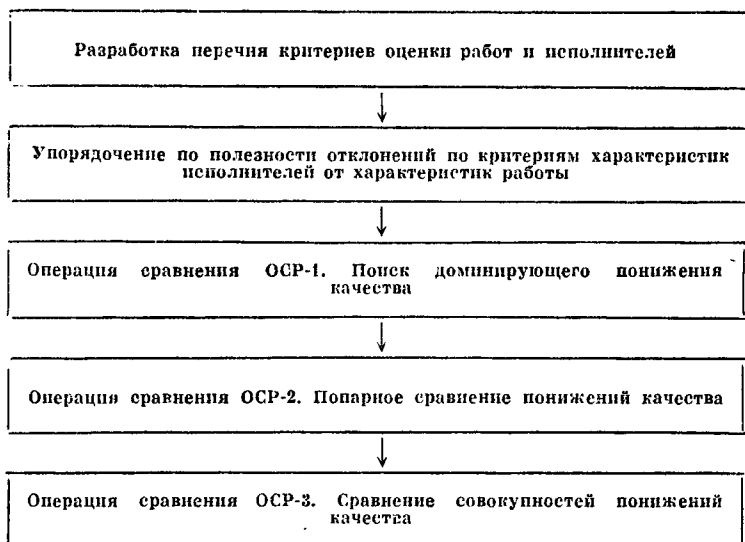


Рис. 10

**Предварительная оценка.** Методы построения кривых или поверхностей безразличия очень трудоемки и мало-пригодны при  $N \geq 3$ .

Возможное появление нетранзитивностей при использовании методов сравнения разностей оценок альтернатив требует построения замкнутых процедур итеративного типа, в которых полученная при сравнениях информация проверялась бы на непротиворечивость. В большинстве случаев методы сравнения разностей оценок приводят к необходимости непосредственного сравнения многокритериальных альтернатив.

## Методы порогов несравнимости

**Основные идеи.** Эта группа методов характеризуется оригинальным подходом к сравнению альтернатив, предложенным впервые во Франции профессором Б. Руа и его сотрудниками<sup>48,49</sup>. Связь между любой парой альтернатив определяется последовательностью бинарных отношений. «Сильным» бинарным отношениям соответствуют большие требования к превосходству одной альтернативы над другой и, следовательно, большее число несравнимых альтернатив. Самым сильным является требование полного доминирования одной альтернативы над другой. Более «слабые» бинарные отношения определяют условия, при которых, несмотря на противоречивые оценки, одна альтернатива объявляется лучшей, чем другая.

На основе выбранного бинарного отношения осуществляется попарное сравнение всех альтернатив, причем альтернативы, оказавшиеся лучшими при всех сравнениях, выделяются в новое множество, называемое ядром. Размер ядра характеризуется количеством альтернатив. Если бинарное отношение является отношением доминирования одной альтернативы над другой, при котором одна альтернатива имеет по всем критериям не худшие, а хотя бы по одному из критериев лучшие оценки, то появившееся при этом ядро называется множеством Парето.

Отметим, что проблемой выделения множества Парето издавна интересовались многие математики и экономисты. Выделение множества Парето может использоваться как самостоятельный предварительный этап во многих

приведенных ранее методах принятия решений. Однако лишь для данной группы методов этот этап наиболее естественно согласуется с последующими.

После выделения ядра — множества Парето элементы этого ядра объявляются несравнимыми. Однако эта несравнимость имеет временный характер. После первого бинарного отношения задается второе, более слабое. Ядро, соответствующее второму отношению, содержит в общем случае меньшее число несравнимых элементов. Потом задается третье отношение и т. д. Процесс получения ядер с уменьшающимся числом элементов продолжается до тех пор, пока количество элементов в ядре не достигнет требуемого значения. Эти элементы вместе с последним бинарным отношением предъявляются ЛПР как решение задачи. Наряду с этим ЛПР получает информацию о промежуточных этапах: о последовательности бинарных отношений, о совокупности ядер, об элементах, входящих в ядра (если их число невелико). Полученные в качестве решения элементы последнего ядра должны рассматриваться ЛПР двойко. С одной стороны, это «лучшие» элементы в смысле последнего бинарного отношения, с другой — эти элементы «крайне непохожи друг на друга».

На изложенных идеях основаны известные французские методы ЭЛЕКТРА I, II, III (исключение и выбор в условиях реальности)<sup>18,50,51</sup>, а также некоторые другие<sup>52,53</sup>.

**Бинарные отношения.** В методах ЭЛЕКТРА бинарные отношения между альтернативами строятся следующим образом. Каждому из  $N$  критериев, имеющих числовые шкалы, ставится в соответствие целое число  $p$ , характеризующее важность критерия. Б. Руа предлагает рассматривать  $p$  как «число голосов» членов жюри, голосующих за данный критерий<sup>48</sup>.

Выдвигается гипотеза о превосходстве альтернативы  $a$  над альтернативой  $b$ . Множество  $I$ , состоящее из  $N$  критериев, разбивается на три подмножества:

$I^+(a, b)$  — подмножество критериев, по которым  $a$  предпочтительнее  $b$ ;

$I^=(a, b)$  — подмножество критериев, по которым  $a$  равноценно  $b$ ;

$I^-(a, b)$  — подмножество критериев, по которым  $b$  предпочтительнее  $a$ .



Далее формулируется индекс согласия с гипотезой о превосходстве  $a$  над  $b$ . В методе ЭЛЕКТРА I этот индекс определяется как отношение суммы весов критериев подмножеств  $I^+$  и  $I^=$  к общей сумме весов:

$$c_{ab} = \frac{\sum_{i \in I^+, I^=} p_i}{\sum_{i=1}^N p_i}.$$

Наряду с этим в методе ЭЛЕКТРА I определяется индекс несогласия с гипотезой о превосходстве  $a$  над  $b$ . Для критериев подмножества  $I^-(a, b)$  определяются  $d_{ab}$  — разности оценок альтернатив  $b$  и  $a$ . Эти разности для удобства выражаются в долях  $L$  — наибольшей (по длине) числовой шкалы критериев. Индексы несогласия  $d_{ab}$  упорядочиваются по величине.

Очевидно, что

$$0 \leq c_{ab} \leq 1, \quad 0 \leq d_{ab} \leq 1.$$

В методе ЭЛЕКТРА I бинарное отношение превосходства задается уровнями индексов согласия и несогласия. Если  $c_{ab} \geq c_1$  и  $d_{ab} \leq d_1$  (где  $c_1, d_1$  — заданные уровни), то альтернатива  $a$  объявляется превосходящей альтернативу  $b$ . Уровни  $c_1, d_1$  позволяют выделить ядро, в которое входят доминирующие и несравнимые элементы.

В методе ЭЛЕКТРА II гипотеза о превосходстве  $a$  над  $b$  принимается, если индексы

$$t_{ab} = \frac{\sum_{i \in I^+} p_i}{\sum_{i \in I^-} p_i} \quad \text{и} \quad c_{ab} = \frac{\sum_{i \in I^+} p_i + \sum_{i \in I^=} p_i}{\sum_{i=1}^N p_i}$$

достаточно велики, а наибольший из индексов  $d_{ab}$  — достаточно мал. Здесь используются два типа отношения превосходства — сильное и слабое. Задаются уровни индексов согласия и несогласия:

$$1 > c_1 > c_2 > c_3 > 0,$$

$$1 > d_2 > d_1 > 0.$$

Отношения сильного превосходства определяются условиями:

$$\left. \begin{array}{l} t_{ab} \geq 1, \\ c_{ab} \geq c_1, \\ d_{ab} < d_2 \end{array} \right\} \text{ или } \left. \begin{array}{l} t_{ab} \geq 1, \\ c_{ab} \geq c_2, \\ d_{ab} \leq d_1, \end{array} \right\}$$

отношение слабого превосходства условием

$$t_{ab} \geq 1; \quad c_{ab} \geq c_3; \quad d_{ab} \leq d_2.$$

Следовательно, при применении метода ЭЛЕКТРА II альтернативы могут находиться в отношениях сильного превосходства, слабого превосходства и несравнимости.

Следующим логичным шагом является использование размытого отношения превосходства, использующего идеи размытых множеств<sup>54</sup>. Этот шаг сделан в методе ЭЛЕКТРА III<sup>51</sup>.

Бинарное отношение между альтернативами в общем случае может определяться одним или несколькими индексами. При формировании этих отношений совсем не обязательным является использование весов критериев: так, в одном из методов<sup>53</sup> критерии разбиваются на подгруппы, эквивалентные по важности, причем используется следующее бинарное отношение: альтернатива  $a$  превосходит альтернативу  $b$  тогда, когда хотя бы по одной подгруппе критериев она имеет больше лучших оценок (все критерии имеют шкалы с одинаковым числом оценок), а по остальным подгруппам — не меньше число хороших оценок, чем альтернатива  $b$ . В отличие от методов ЭЛЕКТРА, метод предназначен для сужения первоначального множества альтернатив (достигающего нескольких тысяч) до подмножества, содержащего не более 20—30 альтернатив. При этом ЛПР получает информацию о степени уменьшения первоначального множества альтернатив в результате использования последовательности бинарных отношений.

Любое бинарное отношение определяет на множестве альтернатив подмножество недоминируемых альтернатив, называемое ядром. В качестве первого бинарного отношения во всех методах данной группы используется отношение полного доминирования, приводящее к выделению множества Парето. Далее рекомендуется использовать вложенные бинарные отношения

$$S_1 \subset S_2 \subset S_3 \dots$$

Так, в методе ЭЛЕКТРА I для индексов согласия и несогласия справедливо:  $c_{i+1} \leq c_i$ ;  $d_{i+1} \geq d_i$ . Если справедливо правило, что отношение превосходства двух альтернатив, полученное при использовании  $S_i$ , всегда останется при использовании  $S_{i+1}$ , то на каждом этапе процедуры можно рассматривать не все множество альтернатив, а уменьшающуюся последовательность ядер.

Отметим, что это правило не выполняется для метода ЭЛЕКТРА I. Более того, ЭЛЕКТРА I, в отличие от метода ЭЛЕКТРА II, может приводить к нетранзитивным отношениям на множестве альтернатив<sup>55</sup>.

В связи с этим возникают проблемы общего характера: при каком виде бинарных отношений возможна не транзитивность; когда результаты сравнения зависят от введения в исходное множество новых альтернатив. Эти проблемы нашли свое решение в работе М. А. Айзермана и его сотрудников<sup>56</sup>.

**Последовательное изучение множества альтернатив.** Одной из причин, обусловивших появление методов ЭЛЕКТРА, была необходимость создания способов, позволяющих ЛПР влиять на процесс сравнения альтернатив. Совокупность параметров (веса критериев, уровни индексов согласия и несогласия) назначается ЛПР и изменяется им в случае необходимости. С помощью последовательности бинарных отношений ЛПР изучает имеющееся множество альтернатив. При числе альтернатив, не превышающем 40—50, такое изучение может быть достаточно детальным. При большом числе альтернатив могут быть даны полезные количественные оценки.

**Пример применения одного из методов.** Метод, предложенный в работе С. В. Емельянова и др., был применен для выбора рациональных вариантов технологических схем угольных шахт<sup>58</sup>. Задача отличалась большим числом альтернатив (несколько тысяч) и большим числом критериев — 25. Каждый критерий имел по три качественных оценки на порядковой шкале.

На первом этапе решения задачи было построено дерево вариантов и предложен метод систематического перебора и оценки этих вариантов. На множестве вариантов, имевших оценки по 25 критериям, были последовательно — от сильных к слабым — использованы бинарные отношения. Первое из них, отношение  $R_1$ , было отношением строгого доминирования.

Множество допустимых вариантов было частично упорядочено отношением  $R_1$ . Следовательно, все несравнимые элементы, не имеющие более предпочтительных, т. е. максимальные элементы исходного множества, образуют подмножество наиболее предпочтительных.

При большом количестве вариантов исходного множества подмножество наиболее предпочтительных элементов, полученное с помощью отношения  $R_1$ , также содержит слишком много элементов. Это приводит к необходимости формирования совокупности отношений, последовательное применение которых позволит выделить подмножество, содержащее количество вариантов, близкое к требуемому.

Анализ критериев показал, что оценки по различным критериям не в одинаковой степени влияют на общую оценку качества технологической схемы. Из двух критериев более важным следует считать тот, ухудшение оценки по которому на одну градацию шкалы менее желательно с точки зрения экспертов.

Оказалось, что критерии могут быть распределены по группам, содержащим одинаково важные критерии, а сами группы могут быть упорядочены по важности.

Далее было использовано бинарное отношение  $R_2$ , при котором сопоставлялось общее число хороших и плохих оценок по каждой группе критериев: вариант  $A_i$  лучше, чем  $A_j$  ( $A_i R_2 A_j$ ) тогда и только тогда, когда имеет хотя бы по одной группе критериев больше предпочтительных оценок, чем вариант  $A_j$ , а по остальным группам не уступает ему. Варианты  $A_i$  и  $A_j$  эквивалентны, т. е.  $A_i \Leftrightarrow A_j$ , если по каждой группе критериев они имеют равные количества одинаковых оценок. Варианты  $A_i$  и  $A_j$  являются несравнимыми, если ни один из них не является доминирующим и если они не эквивалентны.

Анализируя варианты, несравнимые при использовании отношения  $R_2$ , можно выделить несравнимость оценок вариантов по одной группе критериев. Эта несравнимость может быть устранена при переходе от порядковых шкал для всех критериев к интервальным.

При осуществлении этого перехода был введен штраф за понижение оценок по шкале каждого критерия, а затем бинарное отношение  $R_3$ . Отношение  $R_3$  на исходном множестве определяется следующим образом:  $A_i R_3 A_j$  тогда и только тогда, когда  $A_i$  имеет хотя бы по одной груп-

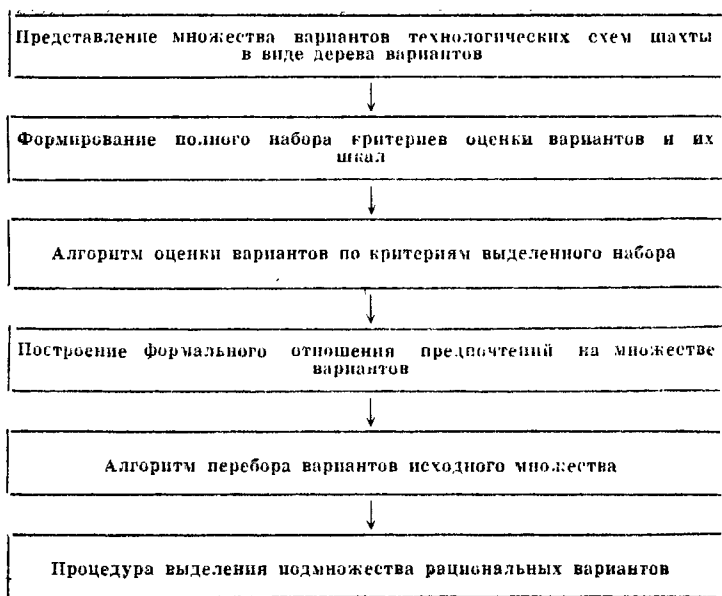


Рис. 11

по критериям штраф меньше, чем  $A_j$ , а по другим группам критериев не имеет больших штрафов. Варианты  $A_i$  и  $A_j$  эквивалентны, т. е.  $A_i \Leftrightarrow A_j$ , если по каждой группе критериев они имеют одинаковые штрафы. Варианты  $A_i$  и  $A_j$  несравнимы, если один из них имеет меньшие штрафы по одним группам критериев, а другой — по другим.

Применение последовательности из бинарных отношений  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$  позволило уменьшить множество вариантов технологических схем шахт от нескольких тысяч до 1—2 десятков, которые и рассматривались далее на стадии окончательного выбора. Блок-схема метода приведена на рис. 11. Метод был дважды использован для решения практических задач.

**Предварительная оценка.** Методы данной группы дают возможность ЛПР вмешиваться в процесс выбора, однако обилие параметров, которыми он располагает, ставит под сомнение их эффективное использование. При примене-

нии данных методов следует учитывать, что вид бинарного отношения, а также их последовательность существенно определяют результат выбора.

Кроме того, надо поставить вопрос: всегда ли множество предпочтительных альтернатив должно включать доминирующие и несравнимые элементы? Существуют проблемы, когда необходимо выбрать подмножество лучших альтернатив. Если взять безусловно лучший вариант и вариант, незначительно отличающийся от него в худшую сторону по одному критерию, то второй из них не войдет во множество Парето. Между тем в ряде ситуаций логика выбора, безусловно, требует его включения в группу лучших. Непохожее не всегда является лучшим и об этом не следует забывать.

### Человеко-машинные процедуры принятия решений

**Основные идеи.** ЭВМ может использоваться при применении различных методов принятия решений для выполнения различных функций: как запоминающее устройство при большом числе альтернатив, при обработке информации (например, в аксиоматических методах), как средство наглядного представления информации ЛПР (на экране дисплея).

Наряду с этим существует класс задач принятия решений, в которых ЭВМ играет особую роль, поскольку решение вырабатывается в результате неоднократного взаимодействия ЛПР и ЭВМ. Как правило, в этих задачах имеется частичная формализация проблемы, определены параметры модели и соотношения между ними. Качество процессов, протекающих в модели, оценивается по многим критериям. В то же время связь между критериями, степень компенсации изменения качества одного критерия изменением качества другого заранее неизвестны. Проблема состоит как раз в определении наилучшего для ЛПР соотношения между критериями, достигаемого при данной модели. Чаще всего в этой группе проблем рассматривается проблема математического программирования при нескольких критериях качества, которая решается следующим образом: ЛПР определяет какие-то первоначальные требования к соотношениям критериев, вводит их в ЭВМ, получает решение и реальные значения

критериев, изменяет свои требования, снова вводит в ЭВМ и т. д.

В ходе таких итераций ЛПР учится, у него возникает понимание того, в какой степени область возможных решений допускает одновременное достижение экстремальных значений по всем критериям, насколько противоречивыми являются эти критерии и т. д. Это понимание способствует выработке разумного компромисса в требованиях ЛПР к значениям, достигаемым по разным критериям. Процесс заканчивается, когда ЭВМ выдает приемлемое решение, либо когда ЛПР убедится в нецелесообразности дальнейших попыток получить разумный компромисс при данной модели.

Так как существенными элементами таких систем являются модель проблемы, заложенная в ЭВМ, и руководитель, определяющий некоторые параметры этой модели, то возникающую в итоге систему логично назвать человеко-машинной<sup>57</sup> (используются также термины: диалоговая, интерактивная).

Таким образом, человеко-машинные системы используются в случаях, когда имеется частичная формализация рассматриваемой проблемы.

**Типы человеко-машинных методов принятия решений.** Существующие человеко-машинные методы принятия решений отличаются следующими чертами:

1. Характер модели.

В большинстве известных работ рассматривается обычная линейная модель задачи многокритериального математического программирования. Дана область допустимых решений  $D \in R_n$ , определяемая линейной системой

$$A\bar{x} \leq \bar{b}, \quad \bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad x_i \geq 0, \quad 1 \leq i \leq n,$$

где  $A$  — постоянная  $(p \times n)$  — матрица,  $b$  —  $(p \times 1)$  — вектор. Задано  $N$  критериев качества  $C_1, C_2, \dots, C_N$ , где

$$C_j(\bar{x}) = \sum_{i=1}^n c_{ij} x_i. \text{ Требуется определить в области } D \text{ вектор } x^*, \text{ обеспечивающий удовлетворительные значения по всем } N \text{ критериям и наилучший компромисс между ними с точки зрения ЛПР.}$$

Иногда область допустимых решений определяется системой нелинейных уравнений<sup>58</sup>. В ряде работ рассматривается проблема стохастической оптимизации с не-

сколькими критериями<sup>59,60</sup>. В общем случае ничего не препятствует решению проблемы при любой разумной области возможных решений. Необходимо лишь иметь возможность получать для каждой из точек этой области значения всех целевых функций.

2. Тип информации, имеющийся априорно в распоряжении ЛПР.

В большинстве случаев предполагается, что ЛПР не имеет никакой априорной информации об относительной важности критериев. Только в методе STEM<sup>61</sup> рассмотрены два других случая: критерии упорядочены по важности; известны веса критериев.

3. Способы получения информации от ЛПР.

Большинство процедур начинается с выходом на множество Парето в пространстве критериев, после чего на этом множестве осуществляется поиск компромисса. Для линейных и выпуклых областей допустимых решений доказан факт, что любое решение может быть представлено в виде взвешенной суммы оценок критериев. Поэтому иногда предлагают просто менять веса в этой сумме и искать значения, удовлетворяющие ЛПР<sup>62</sup> (метод проб и ошибок). Однако в большинстве случаев строятся гораздо более структуризованные методы решения, причем многие из них строятся по аналогии с известными поисковыми методами решения задач оптимизации. Например, используется аналог известного метода Франка — Вольфа<sup>63</sup> или аналог симплексного метода<sup>64</sup>. В этих методах ЛПР рассматривается как источник информации, определяющий все необходимое — градиент, шаг по направлению и т. д. Иногда ЛПР используется в симплекс-методе линейного программирования как индикатор, показывающий целесообразность введения тех или иных переменных в базис<sup>65</sup>.

В методе STEM на каждом этапе ЛПР ищет компромисс между улучшением качества по одному из критериев и ухудшением наилучшего возможного значения по другому критерию, наиболее зависимому от изменения первого<sup>61,66</sup>. В данном случае направление поиска в пространстве критериев определяется очередной парой наиболее противоречивых критериев.

Выбор первоначального соотношения критериев (первой точки на множестве Парето) в ряде методов осуществляется при помощи таблицы, в  $i$ -ю строку которой за-



носятся значения всех критериев при оптимизации только по  $i$ -му критерию<sup>66,67</sup>;  $i$ -й столбец показывает чувствительность оптимума по  $j$ -му критерию к поочередной оптимизации по прочим критериям. Эта таблица позволяет определить противоречивость значений, достигаемых по разным критериям, и наиболее целесообразные первоначальные веса. Предлагалась и более сложная процедура получения весов критериев, использующая фактически ту же таблицу<sup>65</sup>.

**Пример применения одного из методов.** Французской консультативной фирмой SEMA предложена модель, характеризующая изменение со временем состава персонала большой организации и продуктивности ее работы<sup>68</sup>. Модель использовалась для прогнозирования последствий различных вариантов управления кадрами организации. Проверялись разные стратегии приема на работу и повышения в должности через два, три и четыре года. В качестве перемешных моделей рассматривалось количество сотрудников, назначенных на определенные посты в определенные периоды времени.

Использовались 4 критерия, представляющих собой линейные функции от переменных: общее «удовлетворение» кадров ( $SA$ ); фактическая эффективность работы кадров ( $EF$ ); стоимость приема на работу дополнительных сотрудников ( $EB$ ); стоимость нехватки кадров по отношению к прогнозируемым потребностям ( $EC$ ).

В модель были заложены следующие зависимости:

1) эффективность работы сотрудника линейно зависит от отношения оценки его возможностей  $Q$  к оценке требований, предъявляемых должностью  $t$  к сотруднику;

2) удовлетворение сотрудника во время пребывания на определенном посту сначала возрастает до максимального значения, а затем со временем уменьшается до первоначального значения также в зависимости от отношения  $Q$  к  $t$ .

С математической точки зрения проблема представляла собой проблему линейного программирования с 4 критериями качества, 350 переменными и 200 ограничениями. Не имелось никакой априорной информации о сравнительной важности критериев.

Для решения проблемы был разработан метод ограничений (метод STEM)<sup>61, 66</sup>. На первом этапе решения в области допустимых значений была осуществлена опти-

лизация по каждому из критериев. Затем при помощи линейного преобразования истинных значений критериев к значениям в интервале (0; 1) был осуществлен переход к относительным величинам значений критериев. Таблица значений, достигаемых по критериям при поочередной оптимизации по каждому из них, имела вид:

	<i>SA</i>	<i>EF</i>	<i>EB</i>	<i>EC</i>
<i>SA</i>	1	0,875	0,275	0,83
<i>EF</i>	0,86	1	0,09	0,765
<i>EB</i>	0,131	0,149	1	0,4
<i>EC</i>	0,442	0,45	0,733	1

Из рассмотрения таблицы можно сделать вывод о сильной зависимости критериев *SA* и *EF* и о противоречивости этих критериев и критериев *EB* и *EC*; последние два критерия также противоречивы между собой.

Далее на основе приведенной таблицы были определены начальные веса критериев. Пусть  $(\mu_{cp})_v$  — среднее по *v*-му столбцу значение всех элементов, кроме максимального (равного 1). Определим

$$\beta_v = 1 - (\mu_{cp})_v.$$

Веса критериев  $\pi_i$  определяем из условия:

$$\frac{\pi_i}{\pi_j} = \frac{\beta_i}{\beta_j}; \quad \sum_{i=1}^4 \pi_i = 1,$$

что позволило получить:

	<i>SA</i>	<i>EF</i>	<i>EB</i>	<i>EC</i>
$\pi_i$	0,261	0,254	0,317	0,168

Такой способ определения весов отражает стремление найти в области допустимых решений вершину с наибольшими значениями по всем критериям.

Далее проводилась оптимизация по глобальному критерию:

$$\Phi = \sum_{i=1}^4 \pi_i F_i,$$

где  $F_i$  — частные критерии, что дало следующий результат:

$$SA=0,965; EF=0,85; EB=0,45; EC=0,675.$$

Для диалога с ЛПР значения по критериям  $EB$  и  $EC$  были представлены в единицах стоимости. Во время первого обращения к ЛПР ему предъявлялись: вектор  $\bar{z}_1$  максимальных значений, достигаемых при максимизации по каждому из критериев, и вектор  $\bar{y}_1$  значений критериев, достигаемых при оптимизации по глобальному критерию с приведенными выше весами:

$$\bar{z}_1 = \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ -276 \\ -157 \end{vmatrix} = \bar{y}_1 = \begin{vmatrix} 0,965 \\ 0,85 \\ -1920 \\ -1269 \end{vmatrix}$$

Перед ЛПР был поставлен вопрос: «Все ли компоненты вектора  $\bar{y}_1$  имеют удовлетворительные значения?». При ответе на этот вопрос использовался вектор  $\bar{z}_1$ , компоненты которого представляли собой максимально возможные значения компонентов вектора  $\bar{y}_1$ .

Руководитель определил значение по критерию  $EB$  как наименее удовлетворительное и определил нижний уровень по критерию  $EB$  как  $-1000$ .

При подготовке ко второй встрече с ЛПР были определены максимально возможные значения трех прочих критериев при ряде ограничений, дополнительно накладываемых на критерий  $EB$ :

	$EB \geq -750$	$EB \geq -1000$	$EB \geq -1250$	$EB \geq -1500$
$SA$	0,67	0,78	0,84	0,90
$EF$	0,62	0,72	0,82	0,88
$EC$	-731	-157	-157	-157

При рассмотрении этой таблицы руководитель выбрал вектор при  $EB \geq -1500$  как обеспечивающий приемлемый компромисс между повышением качества по критерию  $EB$  и понижением качества по критериям  $SA$  и  $EF$ . Для новой области допустимых решений (при  $EB \geq -1500$ ) приведенным выше способом была подсчитана система весов для трех критериев:

	$SA$	$EF$	$EC$
$\pi_1$	0,885	0,775	0,910

Далее была проведена оптимизация по глобальному критерию с данными весами. Полученное решение (вектор  $\bar{y}_2$ ) вместе с вектором  $\bar{z}_2$  максимальных значений критериев

$$\bar{z}_2 = \begin{bmatrix} 0,9 \\ 0,88 \\ -157 \end{bmatrix}, \quad \bar{y}_2 = \begin{bmatrix} 0,885 \\ 0,775 \\ -1068 \end{bmatrix}$$

было предъявлено ЛПР во время третьего диалога с ним. Руководитель определил значение по критерию  $EC$  как наименее удовлетворительное и выбрал в качестве нижнего уровня по  $EC$  значение  $-600$ .

При подготовке к четвертому диалогу были определены максимально возможные значения двух критериев при ряде ограничений, накладываемых на  $EC$ :

	$EC \geq -800$	$EC \geq -600$	$EC \geq -400$
$SA$	0,85	0,8	0,73
$EF$	0,8	0,75	0,68

Руководитель выбрал вектор  $\bar{z}_3$  при  $EC \geq -800$  как обеспечивающий приемлемый компромисс между повышением качества по критерию  $EC$  и понижением качества по критериям  $SA$  и  $EF$ . Зная сильную взаимозависимость критериев  $SA$  и  $EF$ , он выбрал решение, соответствующее максимуму  $EF$ , как окончательное решение проблемы:

$$SA = 0,76; EF = 0,8; EB = -1500; EC = -800.$$

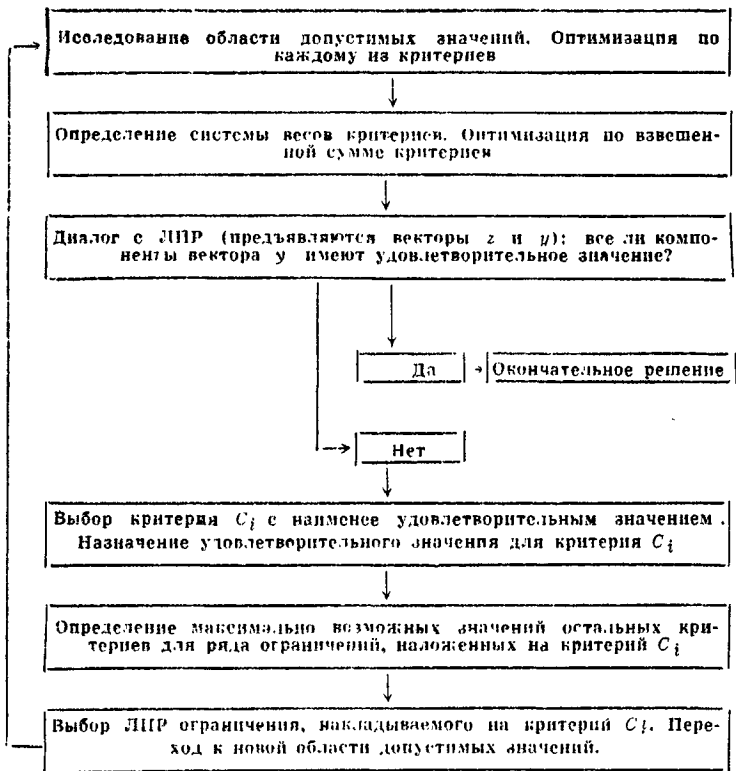


Рис. 12

Блок-схема метода ограничений приведена на рис. 12.

**Попытки сравнения.** Поскольку создано уже значительное число человеко-машинных методов принятия решений, появились работы по их сравнению. Выводы их противоречивы: в одной из работ<sup>62</sup> лучшим оказался метод Джоффриона и др.<sup>63</sup>, а в другой работе<sup>69</sup> этот метод проявил себя как худший, а лучшим был метод ограничений (STEM). Сравнение проводилось на решении модельных задач группами студентов и ЛПР. В качестве критериев оценки методов рассматривались: субъективное ранжирование методов испытуемыми; степень доверия к полученному решению; легкость использования; легкость понимания метода; полезность получаемой информации.

Противоречивость результатов сравнения показывает недостаточную обоснованность методики сравнения. Вероятно, различие между личностями испытуемых в сильной степени влияет на их оценки. Используемые критерии оценки методов недостаточно полно характеризуют возможность решения с их помощью важных практических задач.

**Предварительная оценка.** Прежде всего следует еще раз отметить, что ценность результатов, полученных при использовании человеко-машинных способов принятия решений, существенно зависит от адекватности модели реальной ситуации. Многие из методов изобретаются по прямой аналогии с известными методами поиска экстремума функций. Следуя по этому пути, можно изобрести еще немало новых методов, рассматривая ЛПР просто как датчик, обладающий определенными характеристиками. Но как раз эти характеристики скорее постулируются, чем изучаются авторами новых методов. Так, в одной работе<sup>63</sup> утверждается, что ЛПР легко строит градиент в многомерном пространстве, а в другой<sup>70</sup> — что легко сравнивает вершины многомерного симплекса.

Редко где обсуждается вопрос о фактической сходности предлагаемых процедур. В методе Джоффриона и др.<sup>63</sup> (где ЛПР прямо-таки всемогущ) решение по утверждению авторов, достигается за совсем малое число (три!) шагов. С другой стороны, Сейвир приводит случаи «зацикливания» процедуры из-за естественных трудностей получения информации от ЛПР в районе экстремума глобальной целевой функции<sup>71</sup>.

Что же может и чего не может ЛПР — этот вопрос, ключевой для всех групп методов, заслуживает тщательного изучения.

### ЧТО МОЖЕТ И ЧЕГО НЕ МОЖЕТ ЧЕЛОВЕК В ЗАДАЧАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

#### Некоторые рассуждения для лиц, принимающих решения

Во всех методах принятия решений при многих критериях так или иначе используется информация, получаемая от руководителей и экспертов. В одних методах от руководителя, т. е. лица, принимающего решение, требуется выбрать формулу агрегации оценок отдельных критериев, в других — назначить веса критериев, в третьих — определить субъективные вероятности событий и т. д. Как видим, вопрос получения информации является центральным: действительно, если методы основаны на информации руководителя и экспертов, то проблемы ее получения имеют первостепенную важность. Между тем в специальной литературе очень редко затрагивается вопрос о том, насколько трудны для человека задачи определения требуемых от него данных в том или ином виде, насколько надежной является информация, получаемая от руководителя и экспертов.

Надежность информации существенно зависит от формы ее получения. Допустим, речь идет об оценке альтернативы по какому-либо критерию, при определении которой человек, принимающий решение, использует какие-то единицы измерения. Если они привычны для него, то он уверенно ими пользуется. Так, в задачах технического характера эксперты на основании многолетнего опыта надежно оценивают стоимость, вес и другие количественные характеристики объектов. С другой стороны, эксперты, призванные дать оценку в баллах по таким критериям, как «научный задел», «квалификация» и т. д., сталкиваются с существенными затруднениями, поскольку такая форма получения информации крайне непривычна для них: проблемы уникального выбора обычно обсуждаются на содержательном языке. Непривычная шкала измерений снижает надежность получаемой информации, резко уменьшает согласованность оценок.

Или возьмем, например, проблему определения важности критериев. Руководитель, хорошо понимающий особенности своей проблемы, легко определяет важность одного критерия перед другим, но оказывается в затруднительном положении при необходимости выразить ее в числовом виде.

Также трудна для человека задача количественного определения вероятностей событий: при ее решении люди делают систематические ошибки, не учитывают предварительную информацию, переоценивают второстепенные детали. Плохо справляются люди и с задачами сравнения и оценки многокритериальных альтернатив. Особые затруднения вызывает необходимость одновременного учета оценок по многим критериям. Эти затруднения приводят к непоследовательности, противоречивости оценок.

Исследования психологов проливают свет на причины таких явлений. Процессы обработки человеком информации имеют свои характерные особенности. Возможности человека в этих процессах весьма ограничены, ограничения эти зависят не столько от индивидуальных особенностей людей, сколько от общей для всех людей структуры организации человеческой памяти.

Однако отсюда не следует, что люди оказываются беспомощными перед сложными проблемами назначения оценок и определения предпочтений. Люди привычно преобразуют и упрощают сложные для них задачи: используется множество разнообразных эвристик. Именно поэтому часто остаются внешне незамеченными присутствующие человеку ограничения в процессах переработки информации. В то же время многие упрощенные приемы, эвристики, ведут к ошибкам. Так, например, безобидный на первый взгляд прием при сравнении двух альтернатив: учет только тех критериев, по которым расхождение оценок наиболее велико, приводит в ряде случаев к последовательности противоречивых решений. Интересно отметить, что ограничения в процессах обработки информации проявляются не только в модельных экспериментах, но и при принятии важных практических решений.

В свете этих данных по-иному выглядят известные методы принятия решений при многих критериях. Если посмотреть на них с точки зрения соответствия предъяс-



ляемых ими к людям требований реальным возможностям получения от людей надежной, непротиворечивой информации, то станут ясны недостатки ряда известных методов. В лучших (с этой точки зрения) методах способы получения информации от руководителей и экспертов приближаются к характерным для человека приемам сравнения разнородных объектов (например, в методах компенсации). В худших же бездоказательно утверждается, что тот или иной способ получения информации «легок и удобен». В ответственных задачах принятия уникальных решений такие утверждения весьма опасны. При разработке новых и оценке известных методов одним из основных должен стать критерий надежности, непротиворечивости получаемой информации.

Далее в этой главе проблема получения информации от руководителей и экспертов, т. е. вопрос, что может и чего не может человек в задачах принятия решений, будет рассмотрена более подробно — анализ этот предназначен прежде всего для консультантов.

### Способы получения информации от ЛПР

Выше были рассмотрены пять весьма различных групп методов принятия решений при многих критериях. Различия между этими методами становятся значительно меньше, если взглянуть на них с точки зрения процедур и способов получения информации от человека.

Обратимся к аксиоматическим методам. При всем их разнообразии мы можем выделить лишь следующие способы получения информации от ЛПР<sup>1</sup>:

1. Нахождение эквивалента определенности (либо определение одной из вероятностей) для лотереи с двумя исходами. ЛПР как бы уравнивает на своих «внутренних весах» исходы лотерей и ищет точку безразличия.

2. Сравнение разностей полезностей для одного или двух критериев и изменение одной из этих разностей до нахождения точки безразличия между ними. Сюда относятся способы стандартной последовательности и двойной стандартной последовательности. Отметим их сходство с известным в теории измерений методом равнокажущихся интервалов Терстоуна<sup>2</sup>. В этих способах на «весы полезностей» ЛПР ставятся два интервала, взя-

тых из диапазона изменения полезности по одному критерию либо из двух диапазонов изменения полезностей двух критериев.

3. Нахождение среднего по полезности значения между двумя заданными точками (способ бисекции). При поиске средней точки для интервала изменения полезности ЛПР также ищет точку безразличия, сравнивая два интервала полезности.

Обратимся к прямым методам. В добавление к приведенным выше способам они дают:

4. Непосредственное определение ЛПР принципа выбора общей оценки альтернативы. При этом ему предлагаются несколько моделей, а он должен сделать выбор из них.

5. Назначение ЛПР весов критериев, отношений весов критериев, рангов критериев, уровня допустимых оценок по критериям. По сути дела ЛПР определяет оценки, характеризующие важность критериев.

6. Сравнение и количественная оценка полезности многомерных альтернатив.

Методы компенсации добавляют еще один способ получения информации от ЛПР:

7. Сравнение интервалов полезности по одному или нескольким критериям для одной альтернативы с интервалами полезности для другой. Здесь также осуществляется «взвешивание» разностей полезностей, но не с целью уравнивания, а с целью установления превосходства.

При методах порогов несравнимости многие способы получения информации от ЛПР совпадают с перечисленными выше. Можно выделить еще один способ:

8. Непосредственное назначение порога несравнимости, т. е. выбор вектора, компонентами которого являются параметры бинарного отношения. Правильность выбора этого вектора проверяется в случае небольшого числа альтернатив путем анализа ядра, т. е. сопоставления падений качества альтернативы по разным критериям.

Человеко-машинные методы принятия решений мало что добавляют к приведенным выше восьми способам получения информации от ЛПР. Можно выделить:

3. Определение числа, равного отношению интервала полезности по произвольному критерию к интервалу полезности для базового критерия.

### **Возможности человека в обработке информации при принятии решений**

Как уже говорилось выше, учет возможностей получения от человека той или иной информации должен играть центральную роль в организации процесса принятия решений. Нормативные методы принятия решений должны быть основаны на результатах дескриптивных исследований процессов принятия решений.

Эти, казалось бы, достаточно простые соображения редко учитываются в существующих методах принятия решений. Чаще всего неявно предполагается, что «человек все может», что «ЛПР даст любую информацию, надежно и в любой форме». Между тем это далеко не так. Ходячие представления о ЛПР как о непогрешимом датчике информации крайне далеки от истины. Подлинные пределы возможностей человека при принятии решений пытаются установить в последнее десятилетие психологи, работающие в рамках различных научных школ. Рассмотрим некоторые результаты их работы.

**Назначение вероятностей.** Насколько успешны люди в определении вероятностей различных событий? Результаты исследований показывают, что они «систематически нарушают принципы рационального принятия решений при определении вероятностей, вынесении предсказаний и других попытках решения вероятностных задач»<sup>3</sup>.

Высказывания людей содержат систематические ошибки. Причины многих из них подробно освещаются в работах И. Словика<sup>3</sup>, Д. Канемана и А. Тверского<sup>4</sup> и др.

а) Суждение по представительности. Люди часто судят о вероятности того, что объект  $A$  принадлежит к классу  $B$  только по схожести  $A$  на типовой объект класса  $B$ . Они почти не учитывают априорные вероятности, влияющие на эту принадлежность. В одном из опытов испытуемым дали краткие описания субъектов из группы в 100 человек и попросили определить вероятности того, что рассматриваемый субъект является юристом или инженером при условиях: 1) в группе 70 инженеров и 30 юристов; 2) в группе 30 инженеров и 70 юристов. Ответы были примерно одинаковы. В дру-

гих экспериментах было показано, что люди ориентируются только на представительность, не учитывая даже размер выборки, по которой выносится суждение.

б) Суждение по встречаемости. Люди часто определяют вероятности событий по тому, как часто они сами сталкивались с этими событиями и насколько важными для них были эти встречи. Так, в одном из опытов испытуемые оценивали вероятности нахождения буквы «к» в английских словах на первом и третьем месте. Большинству было легче вспомнить слова с буквой «к» на первом месте и они определили соответствующую вероятность как большую, хотя в действительности справедливо обратное, т. е. на третьем месте буква «к» встречается значительно чаще. Тверский и Канеман замечают, что многие люди, видимо, верят в «закон малых чисел», утверждающий, что малая выборка хорошо характеризует все множество.

в) Суждение по точке отсчета. Если при определении вероятностей начальная информация используется как точка отсчета, то она существенно влияет на результат. Так, при оценках вероятностей событий группам людей давали завышенные и заниженные начальные значения и просили их скорректировать. Средние по группам ответы существенно отличались.

г) Сверхдоверие. Опыты показали<sup>3, 5</sup>, что люди чрезмерно доверяют своим суждениям, особенно когда это касается прошлых событий о вероятности редких явлений природы, изменений курса акций на бирже и т. д. («они были настолько уверены в своих суждениях, что соглашались рискнуть определенными суммами денег»). Причем это явление проверялось и подтвердилось во многих экспериментах. Есть также данные, что люди делают систематические и серьезные ошибки в предсказаниях в своей профессиональной области. Так, приводятся сведения о низкой надежности оценок вероятностей изменений курса акций, которые были сделаны специалистами<sup>6</sup>. Имеется лишь одно исключение: специалисты по предсказанию погоды довольно точно дают количественные оценки вероятностей (в США прогноз погоды содержит количественные вероятности разных состояний погоды)<sup>7, 8</sup>. Этот феномен можно объяснить высокой степенью обучаемости человека: синоптики в США всю жизнь вынуждены практиковаться в определении коли-

чественных оценок, в то время как в других областях люди обычно используют качественные, а не количественные представления вероятностей будущих событий.

д) Стремление к исключению риска. Многочисленные работы показывают, что как в опытных условиях<sup>9</sup>, так в реальных<sup>10</sup> люди стремятся исключить ситуации, связанные с риском. Они соглашаются на средние (и хуже средних) альтернативы, только чтобы не иметь ситуаций, где хотя бы при очень малых вероятностях, возможны большие потери.

**Уравнивание полезностей.** Сравнивая разности полезностей, исходы лотерей, руководитель выступает как устройство для поиска точек безразличия. Эту роль он играет с систематическими ошибками, причем ошибки встречаются как в простых<sup>1</sup>, так и в сложных<sup>11</sup>, сравнениях.

Как отмечает в своей работе Д. фон Винтерфельд, процедуры поиска точек безразличия увеличивают ошибки путем постановки непривычных вопросов, касающихся сложных альтернатив<sup>1</sup>. В сравнениях при помощи лотерей люди вынуждены думать о выборе, который в действительности не существует для них. Для иллюстрации можно взять вопрос к ЛПР из работы Р. Кини: «Что вы предпочитаете: лотерею, дающую с равными вероятностями 2000 тонн радиоактивных отходов и отсутствие этих отходов или эквивалент определенности, равный 1000 тонн радиоактивных отходов». Подобные вопросы крайне нетипичны для деловых решений.

В то же время в психологических исследованиях отмечалось, что руководителю, имеющему опыт в определенной области действий, может казаться крайне трудным и неестественным отвечать даже на простые вопросы из другой области, особенно если они ставятся в необычной форме<sup>6</sup>. Вероятно, это является причиной того, что действия людей не соответствуют предпочтениям, выявленным при помощи лотерей<sup>12</sup>.

Построение кривых полезностей с помощью поиска точек безразличия также связано с ошибками. Прежде всего это ошибки аппроксимации кривых полезностей по нескольким точкам. Эти ошибки неизбежны, так как увеличение количества точек приводит к крайне большим расходам времени ЛПР. Кроме того, иногда измерения делаются не в тех точках кривых полезности, которые

используются при принятии решений. Как замечает Винтерфельд, формально оправданные процедуры поиска безразличия слишком сложны, дают слишком много ошибок, требуют много времени и нереалистичны.

Итак, ЛПР взвешивает полезности на своих «внутренних весах». Представим, что в нашем распоряжении имеются довольно ненадежные весы, которые иногда производят измерения с большими ошибками. Ясно, что эти ошибки сильнее проявятся при взвешивании примерно равных «грузов», т. е. при уравнивании, чем в ситуации, когда один груз явно тяжелее другого и требуется лишь информация о превосходстве. Поэтому способ получения информации от ЛПР при использовании методов компенсации представляется более надежным.

**Назначение весов критериев.** Хотя во многих работах принимается как вполне естественное явление, что ЛПР может количественно определить важность критериев, эта задача является для него далеко не простой. В самом деле, при назначении весов руководитель должен принять во внимание: относительную полезность критериев, которая в общем случае меняется в зависимости от самих оценок по критериям; диапазоны изменения полезности по отдельным критериям; значимость крайних оценок на шкалах критериев.

Несомненна трудность решения этой проблемы. Данные психометрических исследований говорят о существенных различиях между теми весами критериев, которые назначает сам человек, и теми, которые можно выявить на основе его действий. Обычно люди дают завышенные оценки тем критериям, которые сравнительно мало влияют на выбор, и недооценивают наиболее существенные<sup>13</sup>. Любопытно, что эти отклонения характерны и для опытных ЛПР, причем иногда в большей степени, чем для неопытных<sup>14</sup>.

На вес, который ЛПР назначает критерию, влияет разброс оценок объектов по этому критерию<sup>13</sup>, формулировки предельных значений шкалы<sup>15</sup>. При сравнении двух альтернатив, имеющих один общий критерий и по одному разному критерию оценки качества, больший вес придается общему критерию<sup>16</sup>, так как оценки альтернатив по нему легче сравнить. Эти и им подобные психологические явления позволяют считать вполне обоснованными сомнения в том, что ЛПР назначает веса, со-

ответствующие его фактическому представлению о важности критериев.

**Непосредственные оценки многокритериальных альтернатив.** Многочисленные данные свидетельствуют о том, что задача непосредственного определения полезности и сравнения альтернатив, имеющих оценки по многим критериям, весьма трудна для человека<sup>17</sup>, что люди ошибаются, они бывают непоследовательны, нетранзитивны при решении этой задачи.

Остановимся на двух работах, где приводятся примеры оценки непосредственно по 7- и 9-балльной шкале полезности альтернатив, имевших оценки по 7(9) критериям<sup>18, 19</sup>. Рассматривались проблемы клинической диагностики, в роли испытуемых выступали опытные врачи. Им предъявлялось для оценки около 200 альтернатив, причем для изучения каждой из них было отведено весьма значительное время, эквивалентное времени реального рассмотрения таких случаев в медицинской практике. Давалась также возможность повторного рассмотрения альтернатив. Среди альтернатив имелось некоторое количество повторяющихся для проверки ответов на устойчивость предпочтений. Коэффициент корреляции ответов был невысоким: у двух испытуемых из девяти он составлял 0,6 и лишь у двух — не меньше 0,9.

В работе американского ученого Д. Маршака<sup>17</sup> описываются многочисленные эксперименты по сравнению различных альтернатив: наборов билетов на спектакли, предполагаемых партнеров по браку, политики в назначении фирмой цен и т. д. Во всех этих сравнениях люди вели себя нетранзитивно, причем процент нетранзитивности был достаточно большим (27—40%).

В чем же причина такого поведения людей? Для ответа на этот вопрос следует обратиться к данным дескриптивных исследований процессов сравнения человеком альтернатив с оценками по многим критериям.

Одним из первых этот вопрос исследовал известный американский ученый Г. Саймон<sup>20</sup>, который обнаружил, что в сложных задачах принятия административных решений люди стремятся рассматривать критерии последовательно: при рассмотрении первого критерия исключаются альтернативы, не удовлетворяющие требованиям по данному критерию, затем рассматривается второй критерий и т. д. Таким образом, задача выбора наилучшей

из альтернатив превращается в последовательность простых задач удаления альтернатив, не удовлетворяющих требованиям по отдельным критериям<sup>21</sup>.

Аналогичное поведение обнаружили в своих исследованиях психологи<sup>22</sup>. Они ставили перед испытуемыми следующую задачу: среди предметов, обладающих многими признаками, выбрать один, задавая вопросы экспериментатору. Большинство испытуемых использовали следующую стратегию: 1) последовательное выделение признаков (цвет, форма, обрамление и т. д.); 2) последовательная постановка вопросов по каждому признаку («является ли предмет красным?»). Опять-таки сложная проблема раскладывалась на совокупность простых.

В 1972 г. А. Тверский выдвинул гипотезу о поведении человека при решении задач выбора, которая получила название «исключение по аспектам»<sup>23</sup>. Согласно этой гипотезе (получившей подтверждение в различных экспериментах), люди осуществляют процесс выбора следующим образом: случайно (с вероятностью, пропорциональной важности критерия) производится выбор критерия, затем исключаются альтернативы, не удовлетворяющие ограничению по данному критерию, далее выбирается второй критерий и т. д. Тверским разработана теория исключения по аспектам<sup>23, 24</sup>.

Итак, в этих и в ряде других работ мы встречаем описания похожих стратегий людей: замена одновременного рассмотрения сложных альтернатив последовательным рассмотрением простых (имеющих оценки по одному критерию). Есть случаи, когда такая стратегия может оказаться достаточно эффективной, но часто она приводит к существенным ошибкам.

Рассмотрим интересный эксперимент, проведенный Тверским<sup>25</sup>. Испытуемые сравнивали альтернативы, отличающиеся оценками по трем критериям, причем один из них был явно важнее для испытуемых, чем два других. Для сравнения предъявлялись пары альтернатив, и испытуемый должен был указать лучшую из пары. Альтернативы были сконструированы следующим образом: одна имела значительное превосходство по одному или двум маловажным критериям, а другая — небольшое превосходство по важному критерию. Многие предпочитали первую альтернативу, пренебрегая небольшими отклонениями по важному критерию. Следующая пара аль-



тернатив была сконструирована аналогичным образом, причем в нее входила одна (наиболее часто выбираемая испытуемыми) альтернатива первой пары и т. д. В последовательности принимаемых решений на совокупностях пар альтернатив испытуемый пренебрегал небольшими изменениями по важному критерию. Но когда ему предъявляли первую и последнюю альтернативы из цепочки, образованной парами альтернатив, то он как бы спохватывался, замечая достаточно большое отклонение по важному критерию, и менял направление своих предпочтений. В итоге возникала нетранзитивность, представляемая следующей цепочкой:

$$A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3 \rightarrow \dots \rightarrow A_n \rightarrow A_1,$$

где стрелка означает предпочтительность по полезности.

В экспериментах, проведенных Дж. Дэвисом<sup>26</sup>, испытуемые сравнивали близкие по полезности альтернативы с противоречивыми оценками по критериям. Также отмечалось значительное число нарушений транзитивности.

Эти эксперименты говорят о том, что человеку трудно одновременно уделять внимание многим аспектам рассматриваемой альтернативы. Поэтому люди вырабатывают упрощенные стратегии, при применении которых задачи сравнения становятся легче. Но такие стратегии ведут в ряде случаев к значительным ошибкам. Зная эти стратегии, можно построить специальные «ловушки противоречивости», как это сделал Тверский<sup>25</sup>.

**Выбор глобального критерия.** Непосредственный выбор модели, выбор «принципов» сравнения альтернатив весьма труден для человека. Как справедливо отмечает Е. С. Вентцель, сведение проблемы сравнения альтернатив к выбору принципов означает «перенос произвола из одной инстанции в другую»<sup>27</sup>. Осуществляя выбор модели, человек должен как-то проанализировать его последствия. Если альтернатив немного и последствия выбора предъявляются руководителю, он может, анализируя альтернативы, скорректировать свой первоначальный принцип выбора. Но этот анализ в общем случае несовершенен, так как приводит к необходимости сравнения многомерных альтернатив. В целом можно сделать вывод, что выбор принципа оценки представляет собой сверхзадачу в ситуации, когда возможность надежного решения задачи представляется сомнительной.

## Получение информации от экспертов

Многое из того, что говорилось о получении информации от ЛПР, относится и к получению информации от экспертов. В проблемах принятия решений эксперты, как и ЛПР, решают сложные задачи.

Во многих методах принятия решений не разграничена роль ЛПР и экспертов и поэтому они часто выполняют близкую по своему характеру работу, назначая веса критериев, вероятности событий, уравнивая полезности, сравнивая многокритериальные альтернативы. В тех методах, где такое разграничение проведено, эксперты используются чаще всего для определения оценок альтернатив по критериям. При решении этой задачи они дают либо вероятностные, либо детерминированные оценки. Например, эксперта просят определить вероятность выполнения коллективом требуемой работы в назначенный срок, либо вероятность выполнения определенной системой поставленной задачи<sup>28</sup>. Иногда эксперт определяет вероятность получения альтернативой той или иной оценки на заданной шкале<sup>29</sup>. К поведению экспертов при решении этих задач целиком относится все сказанное выше о поведении ЛПР при назначении вероятностей.

Часто эксперта просят оценить в количественном виде (иногда в баллах) уровень качества той или иной альтернативы по каждому из критериев. При этом эксперт должен определить соответствие между количественной оценкой (или числом баллов) и уровнем качества. Ясно, что такое соответствие определяется экспертами по-разному и что в общем случае это соответствие для ЛПР иное, чем для эксперта. Например, «хорошая квалификация исполнителя работы» у одного эксперта определяется 7-ю баллами на 10-балльной шкале, а у другого — 9—10. Поэтому с точки зрения ЛПР полученные оценки содержат значительные субъективные искажения.

Мало что меняется при использовании шкал с оценками «хорошо», «средне», «плохо», так как эти оценки столь же неоднозначно связаны с уровнями качества для сложных по своему характеру критериев, характерных для проблем принятия уникальных решений. Лишь для немногих критериев (например, стоимости) существуют адекватные количественные шкалы. Однако, когда оцен-

ки по этим критериям относятся к будущему, субъективные различия между экспертами дают себя знать в их занижении или завышении.

Специфическими проблемами получения информации от экспертов являются: организация работы группы экспертов и обработка экспертных оценок. Сразу же оговоримся: существует множество проблем, при решении которых используются мнения экспертов<sup>30</sup>. Здесь же, как и ранее, мы рассмотрим методы получения и обработки оценок экспертов с точки зрения их соответствия особенностям проблем уникального выбора. При решении проблем уникального выбора руководитель должен полагаться на мнения экспертов. Следовательно, он должен знать экспертов, верить в их компетентность.

С этой точки зрения наиболее уязвимыми являются «модные» в настоящее время методы группового опроса экспертов — метод Дельфи<sup>31</sup> и метод взаимных влияний<sup>32</sup>. Как известно, основными чертами метода Дельфи являются анонимность, регулируемая обратная связь и итеративность. Анонимность не позволяет провести содержательный анализ мнений конкретных экспертов. Регулируемая обратная связь подталкивает их к конформизму. Сходимость мнений после ряда итераций далеко не бесспорна, не всегда встречается при практических применениях<sup>33</sup>.

Метод взаимных влияний основан на согласовании вероятностных оценок попарных влияний событий с общими оценками вероятностей событий. Отметим, что общие оценки вероятностей событий для многих возможных событий крайне ненадежны (эта задача еще сложнее, чем прямая оценка многокритериальных альтернатив). Формальные модели согласования вероятностей в последнее время подвергаются весьма обоснованной критике<sup>34</sup>. Остается давно известный метод комиссий. В нем есть свои достоинства и недостатки. Опытный руководитель может многое почерпнуть из дискуссии между членами комиссии, обсуждающей оценки той или иной альтернативы. В то же время опыт работы многих комиссий показывает, что их члены работают с различной активностью, часто подпадают под влияние наиболее авторитетного из них (кстати говоря, в юмористическом анализе работы комиссий, сделанном Паркинсоном, содержится немало справедливого).

Основным недостатком существующих методов обработки данных экспертами, экспертной информации является стремление к усреднению оценок. Это не позволяет ЛПР провести содержательный анализ совпадений и расхождений их мнений.

### Гипотеза о глубинных причинах

Как видим, люди с невысокой надежностью (а иногда и просто плохо) выполняют операции количественного определения вероятностей событий, сравнения и непосредственной оценки многокритериальных альтернатив.

Имеется ряд соображений о причинах этого явления. Прежде всего, традиционный для людей способ суждения о вероятностях событий, сформировавшийся в ходе эволюционной оценки. Кроме того, сам механизм суждений о вероятностях событий, сформировавшийся в ходе эволюции человека, использует те приемы, которые в большинстве встречавшихся случаев оказались удачными. Среди этих приемов имеется, естественно, суждение по похожести, по малому количеству событий, ориентировка на первоначальное значение и т. д. Конечно, эти приемы, полезны, но не универсальны, и всегда можно подобрать ситуацию, где тот или иной прием приводит к ошибочным результатам<sup>4</sup>.

Намного больше можно сказать о трудностях оценивания и сравнения человеком многокритериальных альтернатив. Человеку свойственна определенная структура восприятия и обработки информации. Как известно, психологи различают кратковременную и долговременную память, причем вся информация поступает в долговременную память через кратковременную<sup>35</sup>. Многочисленные опыты показывают малую емкость кратковременной памяти (считается, что она имеет семь блоков<sup>36</sup>, семь структурных единиц информации<sup>37</sup>). В связи с этим поведение людей при решении самых разнообразных задач (заучивание наизусть, выполнение заданий, формирование понятий, решение логических задач и т. д.) имеет ряд общих характеристик, которые говорят об общности процессов обработки информации. Г. Саймон пишет: «Неопровержимо доказано, что система обработки информации человека работает в основном последовательно во времени: она способна перерабатывать одновременно

лишь несколько символов, причем обрабатываемые символы должны храниться в особых, ограниченных по емкости, структурах памяти, содержимое которых может быстро меняться»<sup>38</sup>.

Поэтому задачи сравнения и оценки альтернатив с оценками по многим критериям сложны для человека. При решении задач сравнения нужно одновременно рассматривать два набора оценок двух альтернатив. При решении же задач прямой оценки, кроме того, нужно постоянно обращаться к шкале оценочных категорий общей полезности.

Все это трудно, но не невозможно. Люди вырабатывают специальные приемы решения сложных задач. С одним из таких приемов (последовательное рассмотрение критериев) мы познакомились выше.

Существуют и другие приемы<sup>3</sup>. Часто выбор состоит из многих этапов, на каждом из которых используются разные эмпирические правила. Если на первых этапах последовательно используются отсечки по критериям, то затем происходит поиск условий компенсации оценок по одним критериям оценками по другим. В ряде случаев альтернативы рассматривают попарно и оставляют лучшую для последующего рассмотрения. Американский ученый П. Словик в своих исследованиях показал, что люди стремятся делать тот выбор, который легче потом оправдать. При выборе из равных по полезности альтернатив они ориентируются на более важный критерий<sup>39</sup>.

Наблюдались также случаи крайне простых стратегий, например, подсчет числа критериев, по которым одна альтернатива превосходит другую. Иногда информацию агрегируют по группе критериев и рассматривают эту группу как единое целое. Чаще всего выбирают стратегии, которые легче оправдать, которые не опираются на относительные веса, функции компромисса, сложные вычисления<sup>3</sup>. Одни используют упрощенные стратегии лучше, другие хуже. В некоторых задачах такие стратегии оказываются достаточно эффективными. Но для каждой из упрощенных стратегий в принципе можно построить ловушки аналогично «ловушке противоречивости» А. Тверского.

**Три типа условий работы консультанта при принятии решений.** Можно выделить три группы ситуаций при принятии решений. В первой из них консультант получает задание на анализ проблемы для ЛПР, но не имеет возможности работать с ЛПР и не предполагает, как будут использованы результаты его работы. Эту ситуацию можно назвать ситуацией предварительного анализа. Консультант не может использовать методы принятия решений, так как их существенным элементом является получение информации от ЛПР. Лучшее, что может сделать консультант в ситуации предварительного анализа, состоит в сборе объективной информации об альтернативах, определении круга потенциальных экспертов. Если можно сделать определенные предположения о важности объективных критериев оценки альтернатив, то следует получить оценки альтернатив по этим критериям от экспертов. Далее можно сгруппировать альтернативы по близости их характеристик<sup>40, 41</sup>. Целесообразно выделить множество Парето.

Вторую ситуацию можно назвать ситуацией помощи при принятии решений: консультант работает самостоятельно, но он может получить предварительную информацию от ЛПР и встретиться с ним при предъявлении результатов анализа. Именно для такой ситуации предназначены методы ЭЛЕКТРА. В ситуации помощи при принятии решений консультант готовит варианты принятия решений с указанием тех или иных характеристик каждого варианта.

Третью ситуацию можно назвать участием в принятии решений: консультант имеет возможность работать с ЛПР и получать от него информацию. В ситуациях помощи при принятии решений и участия в принятии решений особые требования должны предъявляться к способам получения информации от ЛПР.

**Критерий и общая оценка.** Хотя основным элементом всех методов принятия решений, приведенных ранее, является получение информации от ЛПР, самим способам получения этой информации уделяется крайне малое внимание. Как мы убедились, в некоторых методах от ЛПР требуется сразу определить модель выбора, модель агрегации оценок, что далеко не просто. Другие

методы используют прямые оценки либо сравнения многокритериальных альтернатив. В третьих методах ЛПР численно оценивает вероятность.

Как известно, в разных задачах принятия решений имеются различные наборы альтернатив. В задаче, где одна альтернатива доминирует по всем критериям (или почти по всем) над другими и где требуется выделить одну лучшую альтернативу, можно использовать любой метод принятия решений, и все они дадут одинаково правильный результат. К сожалению, многие задачи не таковы и проблема выбора не столь легка. Каким же может быть критерий выбора методов принятия решений в реальных сложных задачах?

На наш взгляд, таким критерием должно являться соответствие способов получения информации от ЛПР реальным возможностям получения от него надежной информации. Выше мы уже говорили о том, какие задачи более и какие менее сложны для человека. Теперь можно сравнить группы методов принятия решений на основе сформулированного выше критерия. На наш взгляд, более надежными являются методы компенсации оценок (без построения кривых безразличия). Там, где это возможно (где имеется частичная модель проблемы), желательно применять те человеко-машинные методы принятия решений, в которых не используются прямые оценки многокритериальных альтернатив. Следует быть крайне осторожным при использовании аксиоматических методов и некоторых прямых методов с наиболее трудными для ЛПР способами получения информации; практическая применимость этих методов вызывает большие сомнения. Ситуация принятия решений при неопределенности является крайне нехарактерной для практических проблем принятия уникальных решений: обычно ЛПР имеет какую-то информацию о состояниях внешней среды. Методы принятия решений в условиях риска с практической точки зрения также весьма сомнительны из-за стремления ЛПР избегать риска и больших трудностей в определении вероятностей.

### **Диалог автора с неизвестным консультантом**

**К:** Приведенная критика известных методов принятия решений является достаточно суровой. Существуют ли еще какие-либо доказательства ее обоснованности?

**А:** Одним из наиболее существенных доказательств является почти никем не оспариваемый факт о малом числе практических применений методов принятия решений. Пожалуй, хуже всего обстоит дело с аксиоматическими методами. Как отмечает П. Райвет<sup>42</sup>, руководители не используют теорию полезности.

Из прямых методов наиболее популярным безусловно является метод взвешенных сумм. Не так давно он получил широкую рекламу в журнале «Science»<sup>43</sup>. Хотя многие достоинства, отмеченные в этой статье, принадлежат многокритериальному подходу в целом, нельзя не признать привлекательность этого метода, заключающуюся в простоте модели, сравнительной легкости использования.

Известно о ряде применений методов ЭЛЕКТРА, человеко-машинных методов принятия решений. Но в целом статей с описанием случаев решения практических проблем намного меньше, чем чисто теоретических работ. Поэтому проблема малой применимости существующих методов принятия решений активно обсуждается специалистами.

**К:** Далеко не все согласны с выводами психологов о том, что люди плохо определяют вероятности. Так, Г. Райфа приводит пример построения распределения вероятностей для случая, когда первоначально ЛПР имело лишь смутное представление о вероятностях событий<sup>44</sup>.

**А:** Разберем подробно этот пример, поскольку он показателен. Консультант (в данном случае лучше вслед за Г. Райфом употребить слово «теоретик») спрашивает ЛПР, какова вероятность ( $p$ ) того, что врачи выпивают больше шотландского виски, чем американского. ЛПР вначале честно отвечает, что у него нет ни малейшего понятия, каково это  $p$ . Он думает лишь, что врачи мало отличаются в этом плане от юристов или инженеров. Но теоретик ставит коварные вопросы: «Назовите такое число, которое вы считаете равно правдоподобным, что  $p$  будет больше его или меньше». ЛПР («немного подумав») дает число 0,6. После этого теоретик просит его разбить на две равновероятные части интервалы  $0 \div 0,6$  и  $0,6 \div 1$  и получает (после некоторых колебаний ЛПР) четкие ответы, по которым строит интегральное распределение субъективных вероятностей. По диалогу,



занимающему 5 страниц в книге Райфы, можно составить четкое представление о том, что же в действительности может сказать ЛПР. Из трех суждений: 1) доктора пьют существенно больше, чем представители других профессий; 2) пропорция пьющих среди докторов не намного отлична от аналогичной для других профессий; 3) доктора пьют намного меньше, чем представители других профессий ЛПР явно выбирает среднее. Что же касается игры с числами, то, возможно, некоторые люди не против поиграть в нее, если речь не идет о принятии ответственных решений на базе этих чисел.

Возможны разные суждения о том, какую информацию можно получать от ЛПР и насколько она надежна. Однако всякое подобное высказывание должно быть подвергнуто систематической и обстоятельной проверке. Именно такая проверка, выполненная психологами, привела к приведенному выше выводу, что даваемые людьми численные оценки вероятностей событий, за немногими исключениями крайне ненадежны.

**К:** Все методы имеют те или иные недостатки. Можно ли, несмотря на эти недостатки, указать, хотя бы приближенно, соответствие между классами методов и рекомендуемыми для их использования классами практических проблем?

**А:** Естественно, такой ответ будет приближенным, поскольку он касается групп методов и всего множества проблем принятия решений. При весьма сильных упрощениях выбор нормативного метода может быть осуществлен по трем основным параметрам: количество критериев; количество альтернатив; типы окончательных решений. Первые два параметра позволяют выделить следующие классы задач:

		Альтернативы	
		Мало	Много
Критерии	Много	А	Б
	Мало	В	Г

Для задач класса А целесообразно применять методы сравнения разностей оценок и построения кривых безразличия, методы ЭЛЕКТРА; для класса Б — методы

интерполяции функции полезности; для класса В — методы сравнения разностей альтернатив; для задач класса Г можно использовать метод взвешенных сумм оценок критериев. Если ставится задача сужения множества Парето до заданного количества альтернатив при первоначальном большом числе альтернатив, то целесообразно использовать методы порогов несравнимости, рассчитанные на большое число альтернатив. Если ставится задача поиска всех возможных альтернатив одновременно с их оценкой, можно использовать деревья решений. Однако эти соображения носят самый общий характер. Каждый этап каждого из методов должен критически изучаться с точки зрения возможностей получения от ЛПР надежной информации.

**К:** Для всех ли проблем уникального выбора, решаемых в административном аппарате, следует использовать те или иные методы принятия решений?

**А:** Нет, не для всех. Проблемы уникального выбора можно приближенно разделить на два класса. О первом классе — классе рационально решаемых проблем — идет речь в данной книге. К нему применимы (в той или иной степени) методы, изложенные в гл. V. Кроме того, следует выделить класс проблем с крайне разнородными и весьма эмоциональными по своему характеру критериями (число человеческих жертв, ущемление интересов групп людей и т. д.) и малым числом альтернатив. Некоторые из таких критериев используются в работе Р. Кини<sup>45</sup>. Проблемы этого класса, на наш взгляд, вообще не являются проблемами рационального выбора. Это, конечно, не исключает возможности использования аналитических методов для частичного анализа вариантов их решения, но для оценки этих вариантов в целом формализованные методы неприменимы. Интересные соображения на этот счет (о приложении теории игр для решения стратегических проблем) высказывает в своей книге А. Раппопорт<sup>46</sup>.

**К:** Различаются ли задачи принятия решений, в которых ЛПР может сам анализировать альтернативы, от задач, где ЛПР должен полностью либо частично использовать оценки экспертов?

**А:** Да, такое различие имеется и оно очень существенно, хотя в литературе ему уделяется мало внимания. Задача принятия сложных решений, в которых как

оценка, так и анализ альтернатив осуществляются ЛПР, имеют свои характерные особенности. Типичными задачами такого рода являются задачи выбора потребителем товара. Здесь ЛПР имеет свое обобщенное мнение об альтернативе, которое далеко не всегда можно адекватно разложить на многофакторные компоненты. При искусственном разложении иногда теряется образ альтернативы. В ряде случаев (например, при оценке человеком произведений искусства) такое разложение невозможно, а сама проблема оценки становится неструктуризованной.

Иной характер имеют задачи принятия решений, в которых ЛПР не является одновременно и экспертом (хотя бы по части критериев). В таких задачах разложение общего качества на критерии является не просто способом анализа, но и средством эффективного получения информации, средством контроля над принятием решений. В этих задачах ЛПР, как правило, не имеет до решения обобщенного облика альтернативы и стремится получить его в ходе решения. Подавляющее число проблем уникального выбора, решаемых в административном аппарате, относится ко второму типу; о них и идет речь в данной книге.

## НОВАЯ ГРУППА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ И СРАВНЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ

### Краткая характеристика для лиц, принимающих решения

В различных ситуациях уникального выбора у руководителей существует разная потребность в методах принятия решений. Если альтернативных вариантов выбора немного, число критериев оценки этих вариантов сравнительно невелико, а сам руководитель обладает знаниями экспертов, общим представлением о ценностях каждого из вариантов, то потребность в каких-либо методах принятия решений сравнительно невелика. В такой ситуации они могут использоваться лишь в качестве средства систематизации информации.

Иное дело, когда речь идет о проблемах, для которых характерно большое число альтернативных вариантов выбора, существенное число разнородных критериев, невозможность для руководителя составить целостное представление о качестве альтернативных вариантов без оценок экспертов. При решении таких проблем руководитель оказывается практически беспомощным, если не прибегает к специальным средствам анализа, специальным методам принятия решений.

Приведенные особенности характерны для многих проблем уникального выбора, встречающихся в настоящее время в административном аппарате. Именно для таких проблем в последние годы был разработан новый подход к построению методов принятия решений, позволяющий учесть в полной мере всю специфику получения информации от руководителей и экспертов.

Для методов, основанных на этом подходе, характерны следующие особенности:

- 1) использование для описания ситуаций принятия решений естественного языка данной организации: все понятия «хуже» и «лучше» для каждого критерия формулируются в виде развернутых словесных определений;
- 2) при сборе информации использование лишь таких

вопросов, для которых предварительно была установлена возможность надежных, непротиворечивых ответов;

3) определение общих правил оценки альтернативных вариантов на основе опыта и интуиции руководителей.

Методы, о которых идет речь, ни в какой мере не являются универсальными средствами решения всех проблем. Еще раз подчеркнем: они в первую очередь предназначены для случаев, когда имеется большое число сложных альтернатив. Каждый из методов имеет свои сферы применения, и квалифицированно определить эти сферы может лишь опытный консультант. Именно для консультантов приводится далее подробное объяснение разработанного нового подхода к построению методов принятия решений и описание двух конкретных методов.

### **Границы возможностей лиц, принимающих решения**

Данные дескриптивных исследований говорят о существенных ограничениях возможностей человека по переработке многомерной информации. Возникает вопрос, что же может ЛПР при принятии уникальных решений (речь идет об опытном ЛПР, глубоко понимающем реальную ситуацию принятия решений).

Прежде всего такой руководитель может дать информацию о совокупности факторов, которую следует учесть при принятии решений, т. е. о перечне критериев оценки альтернатив. ЛПР хорошо понимает свою политику, полезность тех или иных сочетаний оценок по критериям, однако способность к ее выражению зависит не только от его индивидуальных особенностей, но и от трудности той задачи, которую необходимо выполнить ЛПР (сравнить многомерные альтернативы, определить ранги, назначить веса критериев и т. д.). Какие же критерии позволяют судить об ошибочных либо безошибочных действиях ЛПР? Анализ позволяет выделить в первую очередь два наиболее бесспорных критерия.

1. **Непротиворечивость.** В аналогичных ситуациях оценки или сравнения альтернатив руководитель должен принимать одинаковые решения. Конечно, на определенном интервале времени предпочтения ЛПР могут измениться, однако логично ждать от человека непротиворечивого поведения во время получения от него информации — будь это один час работы с консультантом либо

повторные встречи в течение нескольких недель.

Этот критерий основан на сформулированном выше предположении о существовании у ЛПР определенной, непротиворечивой политики.

2. Транзитивность. Под обобщенным критерием транзитивности будем иметь в виду правила, которые для трех альтернатив  $A$ ,  $B$ ,  $C$  можно записать в следующем виде:

1) если  $A > B$ ,  $B > C$ , то  $A > C$ ,

2) если  $A = B$ ,  $B = C$ , то  $A = C$ .

Эти правила являются соответственно условиями транзитивности для отношений предпочтений и безразличия. Они названы в книге П. Липдсея и Д. Нормана основными правилами логического выбора<sup>1</sup>.

Приведенные два критерия могут рассматриваться как наиболее естественные в ситуации уникального выбора. Действительно, если допустить противоречивость в предпочтениях ЛПР, то никакая последовательная политика невозможна. У рационально мыслящего руководителя могут быть лишь внешне противоречивые действия (для лиц, не знающих его политики), но единая по своей направленности стратегия. Если же руководитель сам не знает, чего он хочет, то для консультанта бесполезно оказывать ему какую-либо помощь.

При нетранзитивности в предпочтениях возникает порочный круг, описанный А. Тверским под названием «дежурный насос»<sup>2</sup>. Пусть руководитель нетранзитивен, и возникает цикл из четырех альтернатив:

$$A > B > C > D > A.$$

Если руководитель согласен заплатить хотя бы малую сумму денег за переход от менее полезной альтернативы к более полезной, то он платит последовательно за переход от  $A$  к  $D$ , от  $D$  к  $C$ , от  $C$  к  $B$  и от  $B$  к  $A$ . Но тогда, потеряв определенную сумму денег, он имеет ту же альтернативу.

Некоторые другие правила, претендовавшие на роль критериев правильности выбора, были отвергнуты после тщательной проверки<sup>3</sup>.

В соответствии с изложенными критериями можно выделить задачи, с которыми человек справляется достаточно уверенно, и задачи, которые крайне сложны для него. К сложным следует отнести прежде всего задачи с боль-

шой нагрузкой на понятийный аппарат, требующие параллельной обработки многомерной информации, а также сравнения альтернатив с малыми уровнями различности.

Можно высказать предположение, что существует граница возможностей человека, пролегающая между классами простых и сложных задач. Простые задачи характеризуются прежде всего малым числом критериев, небольшим числом дискретных оценок по критериям, малым числом классов полезности, к которым относят альтернативы (классы результирующих решений). Сложные задачи имеют противоположные характеристики. Как уже отмечалось, в сложных задачах ЛПР стремится уменьшить трудности, связанные с принятием решений путем использования специальных упрощающих приемов, описанных в предыдущей главе. Естественно, эти приемы не универсальны и могут приводить к ошибкам.

Приведенные выше соображения позволяют по-иному взглянуть на роль методов принятия решений. Эти методы должны оказывать ЛПР помощь в первую очередь в ситуациях принятия решений, требующих сложных оценок и сравнений. По ответам ЛПР на достаточно простые вопросы можно получить оценки его предпочтений для сложных альтернатив. Аналогично «ловушкам нетранзитивности» Тверского, должны конструироваться «поручни», помогающие ЛПР логично и непротиворечиво выражать свои предпочтения в сложных ситуациях выбора. Одним из первых вопросов при конструировании таких «поручней» является вопрос о языке выражения предпочтений.

### **Естественный язык выражения предпочтений**

Как мы уже отмечали, метод принятия решений должен соответствовать тем условиям, в которых он применяется. Условия эти многообразны и могут меняться в зависимости от особенностей административного аппарата, личности руководителя, возможности использования экспертов и т. д. Но существуют и некоторые общие особенности решения этих проблем.

Прежде всего проблемы обычно формулируются и обсуждаются на профессиональном языке, отражающем их специфику. Может встретиться проблема: «Выбрать и обосновать первоочередные задачи организации на пред-

стоящий период» или: «Выбрать, с какой зарубежной фирмой заключить соглашение по данному вопросу» или: «Выбрать, какие заказы внешних организаций мы можем удовлетворить». Реальные ситуации многообразны, но практически не бывает проблем, выраженных в такой, к примеру, форме: «Дано  $n$  альтернатив с количественными оценками по  $N$  критериям, причем определены вероятности  $P_{ij}$  получения  $j$ -й альтернативой определенной оценки по  $i$ -му критерию».

Такой язык описания проблем характерен для математических работ по принятию решений, для ряда методов и т. п., но не для реальных жизненных ситуаций. Лица, принимающие решения, привычно обдумывают и обсуждают ситуации принятия решений на специфическом языке, который является неотъемлемой частью самих проблем. Именно на таком языке определяется, что хорошо и что плохо с точки зрения желательного выбора, что известно наверняка, а в чем имеются существенные пробелы в знаниях. Кроме того, понятия хорошего и плохого качества для каждого из критериев в ситуации уникального выбора, как правило, дискретны. В административном аппарате существует обычно несколько оценок качества по отдельному критерию, выражаемых также на содержательном языке. Даже при рассмотрении оценок по такому «непрерывному» критерию, как стоимость осуществления альтернативы, ЛПР и его аппарат используют чаще всего несколько градаций (дорогие, средние, дешевые, очень дешевые), определяя денежные диапазоны для каждой из них. Для более сложных, качественных критериев («квалификация персонала», «наличие научного задела» и т. д.) тоже рассматриваются лишь несколько оценок качества на шкале каждого критерия.

На первый взгляд, все сказанное очевидно. Действительно, любой руководитель определяет свои предпочтения обычно в содержательных терминах. Но, как ни странно, многие методы принятия решений фактически это не учитывают. Переход от содержательных понятий к числам, используемым в большинстве методов, свершается быстро и уверенно. И от ЛПР требуют выразить свои предпочтения уже на ином, преобразованном языке описания ситуаций. Этот язык для него непривычен, вызывает сомнения и опасения. Понимая это, некоторые теоретики выдвигают тезис о необходимости подготовки ЛПР



к использованию формализованных методов. Так, в одной из практических задач, о которой пишет Р. Киши<sup>4</sup>, ЛПР было предложено подготовиться к совместной работе с консультантом, прочесть ряд специальных книг и т. п. Нам такая позиция представляется крайне нежизненной и, вообще говоря, более чем странной. Представьте, что к больному пришел врач, который требует от него знания латыни, основных сведений о лечении болезней и т. д. Можно лишь посочувствовать такому больному.

### **Подход к описанию проблем принятия уникальных решений**

Основным методологическим принципом описания рассматриваемых слабоструктуризуемых проблем следует признать следующий: проблема принятия решений со многими критериями должна описываться на языке, который практически используют ЛПР, или максимально приближающемся к нему<sup>5</sup>. В качестве такого языка, позволяющего структуризовать многие реальные проблемы, целесообразно использовать шкалы качественных критериев со словесными оценками градаций качества. Приведем пример возможной шкалы оценок по сложному критерию «Наличие у исполнителя проекта научного задела в исследованиях»:

1. Исполнитель уже выполнил значительную часть необходимых работ. Оставшаяся часть исследований не связана с преодолением принципиальных трудностей.

2. Выполнение проекта связано с решением ряда трудных проблем. Существуют идеи их решения и определены направления работ.

3. Выполнение проекта связано с решением ряда новых и малоизученных проблем. Отсутствуют идеи и предложения, относящиеся к их решению.

Преимущества подобного способа описания ситуаций принятия решений состоят в следующем.

1. Можно ввести в рассмотрение сложные понятия, столь характерные для подобных проблем. Таким образом может быть достигнуто полное описание всех факторов, имеющих в реальной жизни отношение к рассматриваемой ситуации.

2. В формулировках могут быть учтены неопределенность, связанная с неполным знанием многих последст-

вий принимаемых решений, и риск, связанный с выбором некоторых альтернатив. Формулировкам оценок легко придать прогнозный характер.

3. Описание ситуаций при помощи качественных критериев представляет собой словесную модель принятия решений. Эта модель, естественно, субъективна. Прежде всего субъективен набор критериев, определяемый ЛПР. В формулировках оценок отражаются именно те градации качества по критериям, которые хочет различать ЛПР при принятии решений. Ясно, что эти формулировки отражают отношение ЛПР к каждому из аспектов рассматриваемой проблемы. По сути дела они представляют собой также язык общения ЛПР и экспертов, при помощи которого ЛПР спрашивает именно то, что его интересует. Таким образом в описании ситуации принятия решений отражается в структуризованном виде отношение ЛПР к этой ситуации. ЛПР доверяет этому описанию, поскольку оно сделано на основе его предпочтений.

4. Описание ситуации принятия решения при помощи критериев с качественными шкалами является эффективным средством получения информации от экспертов, лучше, чем ЛПР, знающих отдельные аспекты рассматриваемой проблемы. Формулировки оценок можно (и нужно) сделать понятными для экспертов, которые будут определять оценки альтернативных вариантов решения по предложенным им критериям. Эти формулировки должны быть в определенной степени привычны для них, используемые слова и выражения должны быть характерны для среды, в которую входят ЛПР и эксперты. В то же время формулировки должны быть четкими, однозначными, позволяющими экспертам явно видеть существенные различия между двумя соседними градациями качества.

5. Предлагаемый способ описания ситуаций принятия решений позволяет значительно повысить достоверность информации, получаемой от экспертов. Пристрастность экспертов в наибольшей степени проявляется, когда им предлагают оценить альтернативы в целом, позволяя самим выделить их сильные и слабые стороны. Если же ЛПР определил набор критериев и формулировки оценок, то эксперт вынужден рассматривать альтернативные варианты через призму предпочтений руководителя. Давая оценку по каждому критерию, эксперт выбирает одну

из нескольких предложенных ему формулировок. Даже если он пристрастен и хотел бы уклониться от действительной оценки варианта, проверить его оценки по отдельным критериям значительно легче, да и для него самого при этом возникает опасность попасть в положение «профессионально некомпетентного».

6. К описанию ситуации принятия решения не предъявляются какие-либо формализованные требования, накладываемые только из-за специфики метода принятия решений. Качественные, словесные шкалы оценок по критериям могут быть краткими или достаточно длинными (в зависимости от сложности выражаемых понятий). Как пример приведем шкалу оценок сложного критерия «Перспективность проведения научных исследований»<sup>6</sup>.

### Критерий «Перспективность»

Оценка перспективности научного направления на мировом уровне (вероятность «прорыва» — качественных сдвигов, открытий, меняющих представление о данной области исследований или возможных приложениях).

В соответствии с мировым научным мнением в данном направлении научных исследований:

а) могут произойти с высокой степенью достоверности (вероятности) *резкие положительные качественные сдвиги*, могущие привести к созданию принципиально новых теорий и методов эксперимента;

б) имеются основания (достаточное количество «зрелых», корректно поставленных проблем и задач как в области теории, так и в области эксперимента) предвидеть *значительные положительные изменения*, которые могут привести к созданию более общих теорий, качественно отличных подходов к описанию объекта исследований, новых принципов экспериментальных исследований;

в) происходит и с высокой вероятностью будет происходить в ближайшие 5—10 лет *устойчивый рост, накопление и обобщение получаемых теоретических результатов*, совершенствование принципов и методов эксперимента;

г) *не ожидаются* (весьма мало вероятны) *какие-либо качественные изменения*; в направлении преобладают традиционные подходы и методы исследований;

д) вероятность принципиальной переориентации теорий и методов исследований в направлении весьма незначительна.

Как же строить качественные шкалы оценок критериев, являющиеся описанием ситуации принятия решений?

Прежде всего, набор критериев индивидуален, он строится для ЛПР и отражает его предпочтения. Желательна полнота набора критериев, который должен отражать все существенные для ЛПР аспекты рассматриваемой проблемы. Если ЛПР не сообщает часть своих критериев, то трудно ожидать существенной пользы от применения метода принятия решений. Как и вся процедура, этап разработки перечня критериев требует обстановки доверия и сотрудничества между ЛПР и консультантом.

Словесные шкалы оценок по критериям должны соответствовать изменению качества от лучшего до худшего значения из практически встречающихся на данном множестве альтернатив (таким образом — это порядковые шкалы). Все сложные аспекты желательно разложить на составляющие так, чтобы возникающая система критериев удовлетворяла требованиям полноты и возможности получения информации по каждому из критериев.

Предлагаемая структура описания ситуации принятия решений является, на наш взгляд, способом решения проблемы измерений качеств, ориентированным на практическую ситуацию принятия уникальных решений.

### **Требования к способам выявления предпочтений ЛПР**

Естественный язык описания проблем намного приближает к реальному восприятию ситуаций принятия решений, однако он предъявляет сложные требования к способам выявления предпочтений ЛПР<sup>5</sup>. Эти требования заключаются в следующем:

1. Необходимо по возможности сохранить содержательные качественные понятия на всех этапах перехода от информации ЛПР к общей оценке альтернатив.

2. Способы выявления предпочтений ЛПР должны соответствовать возможностям получения от людей надежной информации, т. е. не следует требовать сложной информации, решения сложных задач, вынуждающих ЛПР использовать упрощенные стратегии.

3. Процедуры выявления предпочтений ЛПР должны быть замкнутыми, т. е. предусматривать проверку предпочтений по двум приведенным выше критериям — на непротиворечивость и транзитивность.

Приведенные требования являются основой построения методов принятия решений, учитывающих психологические особенности и ограничения ЛПР.

## Гипотезы о возможностях получения надежной информации и их проверка

Каким же образом можно определить вопросы, достаточно простые для ЛПР и обеспечивающие ему возможность формулировать свои предпочтения?

Как упоминалось выше, в «пространстве возможностей» ЛПР простые и сложные проблемы можно приближенно определить сочетанием трех параметров: числом критериев  $N$ , наибольшим числом оценок  $Q$  на шкалах критериев и числом  $R$  результирующих классов решений (для проблем попарного сравнения альтернатив можно считать  $R = 2$ ). Наиболее простой является проблема разделения на два класса (хороших и плохих) альтернатив, имеющих оценки по двум критериям, каждый из которых имеет двоичную шкалу оценок, т. е.  $N = 2$ ,  $Q = 2$ ,  $R = 2$ . При возрастании любого из трех этих параметров возрастает и сложность проблемы для ЛПР. В работе Хофмана, Словика и Рорера<sup>7</sup> испытуемые решали проблему непосредственной оценки альтернатив при  $N = 7$ ,  $Q = 2$ ,  $R = 7$  и, судя по результатам, она оказалась для них чрезмерно сложной.

Пусть имеется проблема построения правила оценки альтернатив при определенном числе качественных критериев с определенными шкалами оценок и заданном числе классов результирующих решений. Может ли ЛПР решить эту проблему, непосредственно относя каждую из альтернатив к одному из классов результирующих решений? Является ли эта проблема, характеризующаяся определенными параметрами  $N$ ,  $Q$ ,  $R$ , достаточно простой для ЛПР, а информация ЛПР достаточно надежной (в соответствии с приведенными выше критериями)?

Путь получения ответа на данный и подобные ему вопросы заключается в следующем.

Формулируется гипотеза о том, что человек может достаточно надежно оценивать альтернативы при определенных  $N$ ,  $Q$ ,  $R$ . Далее разрабатывается специальный модельный эксперимент для проверки этой гипотезы. Разрабатывается сценарий модельной ситуации принятия решений, хорошо знакомой для предполагаемой группы испытуемых. Отбирается группа испытуемых в 8—20 человек (обычное число для психометрических исследований в области принятия решений). Совместно с некоторы-

ми из психотусмых разрабатываются перечень критериев и качественные шкалы оценок, формулировки которых выражают принятым языком требуемые градации качества. Далее проводится психометрический эксперимент, в ходе которого испытуемые оценивают альтернативы. Исследователь, проводящий эксперимент, стремится поставить испытуемых в положение ЛНР, увеличить их мотивацию к поиску стратегии оценки. Схема эксперимента строится таким образом, чтобы ответы испытуемых можно было проверить на непротиворечивость (часть альтернатив повторяется) и транзитивность (через транзитивные замыкания совокупностей альтернатив). При обработке эксперимента средствами статистики осуществляется проверка гипотезы о неслучайных ответах всей группы испытуемых. Для каждого из испытуемых даются оценки ответов по двум критериям: непротиворечивости и транзитивности. Кроме того, по ответам испытуемых полностью или частично выявляется их стратегия оценки.

В первую очередь ставится вопрос о том, не используют ли люди упрощенные стратегии, как это часто бывает в задачах, сложных для испытуемых. Конечно, восприятие критериев и оценок индивидуально для каждого из испытуемых. Однако при подготовке эксперимента исследователь стремится выбрать критерии и оценки так, чтобы хотя бы у части испытуемых могло возникнуть стремление к достаточно сложной стратегии, использующей разные сочетания оценок критериев. Если в результате эксперимента выясняется, что все испытуемые (или все испытуемые, имеющие малое число ошибок) использовали простые стратегии отсечек по критериям, то можно сделать один из следующих выводов: либо проблема оценки сложна для испытуемых, либо модельный эксперимент неудачен, требуется более сложная ситуация принятия решений и другие критерии. Если модельный эксперимент даст очевидные положительные результаты (испытуемые дают оценки явно не случайным образом, большинство из них имеет малое число ошибок, есть сложные стратегии), то результаты проверки гипотезы можно считать успешными, и данный способ можно использовать в реальных задачах при работе с ЛНР. Если гипотеза не подтверждается при проверке, то данный тип вопросов не желателен при работе с ЛНР, т. е. достаточно велика вероятность того, что эти вопросы окажутся сложными.

Конечно, результаты процедур выявления предпочтения зависят от индивидуальных способностей отвечающего. Кроме того, в реальных задачах принятия решений мотивация у ЛПР выше, понимание собственной стратегии больше, чем у многих испытуемых в модельной ситуации, да и язык описания ситуации (словесные шкалы оценок критериев) выражает его политику. Однако положительные результаты проверки гипотез в модельных экспериментах можно рассматривать как необходимое условие применения определенных процедур выявления предпочтений ЛПР. Без предварительной проверки эти процедуры не имеют достаточных логичных обоснований для практического использования. Положительные результаты проверки являются определенной гарантией при работе с неизвестным ЛПР. Без этих гарантий имеется опасность постановки слишком сложных вопросов, при ответе на которые допускается много ошибок и используются упрощенные стратегии.

Положительные результаты проверки гипотез не исключают необходимость проверки предпочтений ЛПР (на непротиворечивость и транзитивность) при использовании вопросов данного типа. Как будет видно далее, эта проверка является обязательным условием удовлетворения третьего требования.

Каковы же реальные возможности человека при непосредственной оценке многомерных альтернатив? На этот вопрос можно приблизительно ответить следующим образом. При  $Q=2$  (двоичных оценках по всем критериям) и  $R=2$  (хорошие и плохие альтернативы) пределы возможностей ЛПР можно оценить как  $N=7 \div 9$ . При  $R=2$  и  $Q=3 \div 4$  следует иметь  $N \leq 6 \div 7$ . При значительных  $R$  (до 7)  $Q$  и  $N$  должны быть небольшими (до  $2 \div 4$ ).

В реальных проблемах принятия решений  $N$  и  $Q$  определяются из условий наилучшего описания проблемы, а  $R$  задается ЛПР из условий использования результатов решения. Следовательно, во многих практических задачах ЛПР не может надежно выразить свою политику путем непосредственной оценки многомерных альтернатив. В этих случаях выходом из положения может стать выявление предпочтений ЛПР в подпространствах многомерного пространства критериев, например на сочетаниях оценок пар критериев при фиксированных оценках по прочим критериям. Естественно, что возможность исполь-

зования таких форм выявления предпочтений также нуждается в проверке путем разработки модельных экспериментов.

Другим выходом из положения является использование иерархии критериев. Конечно, это возможно лишь в тех случаях, когда естественное описание ситуации выявляет такую иерархию и когда проверка в модельном эксперименте дает положительные результаты.

Выше неоднократно подчеркивалась необходимость проведения модельных экспериментов. Такая необходимость связана с тем, что в настоящее время имеются лишь весьма приблизительные данные о границах возможностей человека в задачах принятия решений. По мере накопления таких данных появится значительное число надежных форм выявления предпочтений ЛПР (далее мы покажем, что для ряда задач такая возможность имеется уже сейчас).

### Работа с экспертами

Руководитель должен лично осуществлять подбор экспертов и заниматься организацией их работы. Идеал, к которому следует стремиться, — компетентный и беспристрастный эксперт. Эти два качества часто противоречивы и поэтому трудно осуществимы, вследствие чего выбор экспертов — дело далеко не простое. Число экспертов, удовлетворяющих приведенным требованиям, чаще всего невелико. В ряде случаев одни эксперты могут дать оценки по одним критериям, другие — по другим, поскольку критерии разнородны и объект оценки достаточно сложен. Расхожие представления о наличии большого количества экспертов нигде так не далеки от истины, как в проблемах принятия уникальных решений.

Поскольку подбор экспертов должен осуществляться индивидуально, также индивидуально должны определяться условия получения от них информации. Идеалом является совместная работа эксперта с консультантом, при которой консультант наблюдает за деятельностью эксперта, выслушивает его сомнения и замечания, составляет свое мнение о стиле его работы. Получаемая при этом дополнительная информация может быть весьма полезной для ЛПР. Очень важным является вопрос о мотивации экспертов. Задача ЛПР заключается в том, чтобы



тем или иным способом стимулировать эксперта к тщательной и добросовестной работе.

При наличии различных оценок одной альтернативы со стороны нескольких экспертов необходим тщательный анализ совпадений и расхождений, получение агрегированных оценок альтернатив индивидуально для каждого из экспертов, а также знакомство ЛПР с результатами такого анализа. ЛПР может учесть оценку лишь некоторых экспертов, может обратиться к экспертам с дополнительными вопросами. Лишь сравнительно в редких случаях привлечения большого количества экспертов возможны какие-то усреднения их оценок.

## **Роль ЭВМ**

В рамках предлагаемого подхода часто возникает необходимость использования ЭВМ. Эта необходимость связана обычно с большим числом альтернатив. Как правило, в ЭВМ вводятся полученные от экспертов оценки альтернатив по критериям и решающее правило. При простых решающих правилах ЭВМ используется в первую очередь как аккумулятор информации, при сложных она осуществляет большое число вспомогательных операций (парное сопоставление альтернатив, определение групп альтернатив с необходимыми характеристиками и т. д.). Одной из наиболее целесообразных задач для применения ЭВМ при принятии решений является задача анализа многомерных данных.

## **Связь с анализом многомерных данных**

Существует еще одна весьма существенная классификация проблем принятия решений: по наличию или отсутствию всей совокупности альтернатив в момент построения правила их оценки. Если множество рассматриваемых многокритериальных альтернатив задано (например, получены оценки экспертов для рассматриваемых объектов), то полезно провести анализ этого множества, применив методы группировки<sup>8</sup> и понижения размерности<sup>9</sup>.

В ряде случаев такой анализ может повлиять на первоначальные требования ЛПР к виду представления окончательного решения, а в некоторых частных случаях может сразу привести к решению проблемы в целом. Так,

если для ЛПР необходимо разбиение множества альтернатив на небольшое число классов, а анализ показывает, что альтернативы разбиаются на 3 группы, однородные по своим свойствам, то логично принять, что окончательное решение должно предусматривать разделение альтернатив по качеству на три класса. Если же при анализе окажется, что получившиеся три группы альтернатив находятся в отношении доминирования (каждый объект первой группы превосходит по всем критериям объект второй, а объект второй — объект третий), то требуемое решение получено. В общем случае группировка имеющихся альтернатив позволяет определить те сочетания оценок критериев, для которых в первую очередь надо выявить предпочтения ЛПР. Эти сочетания могут подсказать наиболее целесообразные процедуры выявления предпочтений ЛПР. Конечно, если альтернативы равномерно распределены по всем сочетаниям оценок, то анализ данных не может оказать существенной помощи в решении проблемы выбора.

### Этапы разработки методов принятия решений

Изложенное выше можно представить в виде блок-схем разработки методов принятия сложных решений (рис. 13 и 14). Если имеются альтернативы принятия решений (см. рис. 13), то желательно получить их оценки от экспертов и проанализировать этот массив данных до построения решающего правила. Анализ многомерных данных может повлиять на требования ЛПР к форме результирующего решения. На основе требований к форме результирующего решения и информации, полученной при анализе многомерных данных, осуществляется выдвижение гипотез о возможных способах получения информации от ЛПР. Проверка этих гипотез осуществляется путем разработки специальных модельных экспериментов. Если в результате проверки одна из гипотез не подтверждается, выдвигается другая. Подтвердившаяся гипотеза определяет возможную информацию, которая, в свою очередь, может потребовать пересмотра формы результирующего решения. Если эта форма согласована с ожидаемой информацией, то разрабатываются процедуры, обеспечивающие проверку предпочтений ЛПР на непротиворечивость и транзитивность во время их получения.

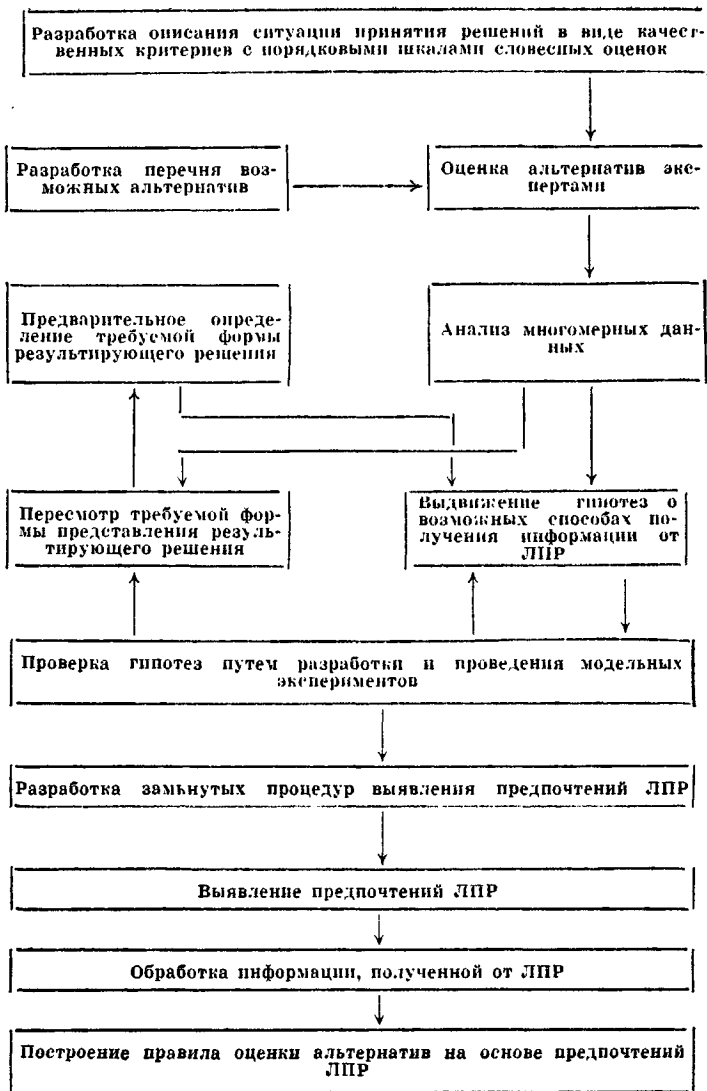


Рис. 18

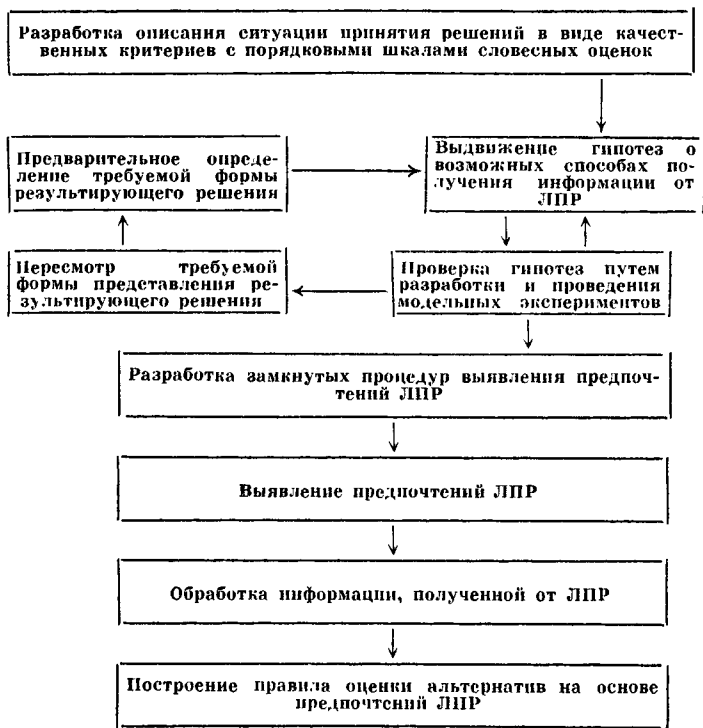


Рис. 14

После выявления предпочтений ЛПР полученная информация обрабатывается с целью построения решающего правила — правила оценки многокритериальных альтернатив.

При необходимости разработать решающее правило до получения альтернатив (см. рис. 14) осуществляется непосредственное выдвижение гипотез на основе описания ситуации и требуемой формы результирующего решения. Эта форма может быть пересмотрена на основе результатов проверки гипотез. Далее осуществляется разработка замкнутых процедур выявления предпочтений ЛПР. После выявления предпочтений строится решающее правило оценки альтернатив на основе предпочтений ЛПР.

Возникающие в итоге методы удовлетворяют трем приведенным выше требованиям. В сконструированное решающее правило не вносится ничего иного, кроме предпочтений ЖПР. Такие методы практичны, они намного увеличивают доверие ЖПР к оценкам альтернатив сложных решений.

### **Примеры методов принятия решений**

Приведем примеры методов принятия решений, разработанных на основе предложенного подхода и нашедших применение при решении ряда практических задач.

**Метод ВЫБОР (Выделение Бинарных Оценок Решений).** Некоторые задачи принятия решений имеют двоичные шкалы качественных оценок критериев (с формулировками хорошего и плохого качества). Иногда можно перейти к двоичным шкалам путем агрегирования оценок в две группы. Если при этом требуется отнести альтернативы к одному из двух классов окончательных решений, то возникает проблема принятия решений при двоичных критериях и бинарной оценке альтернатив. Была выдвинута гипотеза<sup>10,11</sup>, что такая проблема для определенного числа критериев может быть решена на основе непосредственной оценки многомерных альтернатив, т.е. что такая оценка находится в пределах возможностей человека. Гипотеза была сформулирована следующим образом: «При числе критериев, не превышающем 7, с двоичными оценками на шкалах и при наличии только двух классов окончательных решений может быть получена устойчивая и непротиворечивая информация от ЖПР о принадлежности различных комбинаций оценок к одному из классов окончательных решений».

Для проверки гипотезы была разработана модельная ситуация. Для двух групп испытуемых (из 8 и 17 человек), имевших непосредственное отношение к транспортным проблемам, сформулирована проблема оценки различных вариантов городского транспорта будущего. Для характеристики вариантов была разработана система из 7 критериев (табл. 1). Испытуемым предъявлялись все возможные сочетания оценок по критериям (128 сочетаний). По специально разработанной инструкции они должны были отнести каждое из рассматриваемых сочетаний оценок к одному из двух классов X или Y:

Таблица 1

## Критерии оценки городского транспорта будущего

Критерии	Признаки
А. Скорость транспорта	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорость транспорта позволяет затратить на поездку до любого нужного вам места (в пределах городской черты) не более 30 мин.</li> <li>2. Скорость транспорта примерно соответствует современной.</li> </ol>
Б. Надежность работы транспортных средств	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Интервалы движения транспорта таковы, что его практически не приходится ждать на остановке.</li> <li>2. Приходится ждать транспорт на остановке до 10 мин.</li> </ol>
В. Доставка «от двери до двери»	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Городской транспорт работает практически в режиме «от двери до двери».</li> <li>2. Городской транспорт предполагает, что сохранятся современные затраты времени на дорогу до ближайшей остановки транспорта.</li> </ol>
Г. Комфортабельность поездки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Транспортное средство предоставляет каждому пассажиру отдельное комфортабельное место</li> <li>2. Возможны ситуации, когда пассажиру приходится стоять</li> </ol>
Д. Стоимость поездки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Затраты на транспорт в месяц не превышают 30% современных затрат.</li> <li>2. Затраты на транспорт соответствуют современному уровню (6—7 руб. в месяц).</li> </ol>
Е. Безопасность поездки в городском транспорте	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дорожно-транспортные происшествия практически исключены</li> <li>2. Число дорожно-транспортных происшествий соответствует современному уровню</li> </ol>
Ж. Влияние на окружающую среду	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Загрязнение окружающей среды практически не происходит</li> <li>2. Загрязнение окружающей среды транспортными средствами находится на современном уровне</li> </ol>

класс X: Вы согласны использовать в будущем транспортное средство с таким набором оценок по указанным критериям;

класс Y: Вы считаете нецелесообразным использовать в будущем транспортное средство с таким набором оценок по указанным критериям.

При этом указывалось, что достижение наилучшего качества по всем критериям практически неосуществимо и предлагалось провести границу между классами на основе «разумного компромисса».

Проверка на непротиворечивость заключалась в следующем. Каждым ответом испытуемый определял принадлежность ряда альтернатив к классу X или Y. Альтернативы, уже включенные (в соответствии с одним из предыдущих ответов) в один из классов, не должны впоследствии попасть в другой класс. После опроса подсчитывалось число альтернатив, отнесенных испытуемым одновременно к классу X и к классу Y. Проверка показала, что подавляющее число испытуемых допустили от 4 до 15 противоречивых ответов.

В процессе работы испытуемые использовали различные способы отнесения альтернатив к одному из двух классов окончательных решений. Под стратегией выбора будем понимать конфигурацию границы между двумя классами окончательных решений на множестве альтернатив. Стратегии выбора подразделялись на простые и сложные. Простыми считались те, при которых испытуемые относили альтернативы к одному из классов окончательных решений в зависимости от оценок по одному или нескольким критериям без учета других критериев (т. е. наличие второй оценки хотя бы по одному из этих критериев переводит альтернативу в класс Y, независимо от оценок по другим критериям). Сложными считались стратегии, в которых испытуемые ориентировались на определенные комбинации оценок по различным критериям.

Анализ результатов показал, что многие участники эксперимента (примерно 40%) использовали сложные стратегии. Пример одной из таких стратегий приведен на рис. 15, где даны все возможные сочетания оценок критериев (заштрихованные альтернативы относятся к классу Y; альтернатива I представляет собой сочетание оценок  $A_1B_2V_1\Gamma_1D_2E_1Ж_1$ , а альтернатива II —  $A_1B_1V_1\Gamma_1D_2E_2Ж_2$ ). В эксперименте проверялись также различные способы

$A_1 B_1$		$A_2 B_1$				$E_1$		$E_2$			
$A_1 B_2$		$A_2 B_2$									
$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$	$\square$
$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$
$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$
$B_1 \Gamma_2$		$A_1 B_2 \Gamma_2$		$A_2 B_2 \Gamma_2$		$B_1 \Gamma_2$		$A_1 B_2 \Gamma_2$		$A_2 B_2 \Gamma_2$	
$\mathcal{H}_1$						$\mathcal{H}_1$					
$\square$	$\square$	$\square$	$\boxtimes$	$\square$	$\square$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\square$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$
$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$
$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$
$B_1 \Gamma_2$		$A_1 B_2 \Gamma_2$		$A_2 B_2 \Gamma_2$		$B_1 \Gamma_2$		$A_1 B_2 \Gamma_2$		$A_2 B_2 \Gamma_2$	
$\mathcal{H}_2$						$\mathcal{H}_2$					
$\square$	$\boxtimes$	$\square$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$
$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$	$\boxtimes$
$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$	$B_1 \Gamma_1$	$B_2 \Gamma_1$
$B_1 \Gamma_2$		$A_1 B_2 \Gamma_2$		$A_2 B_2 \Gamma_2$		$B_1 \Gamma_2$		$A_1 B_2 \Gamma_2$		$A_2 B_2 \Gamma_2$	
$\mathcal{H}_2$						$\mathcal{H}_2$					

Рис. 15

предъявления альтернатив. Кроме того, была проведена проверка гипотезы о неслучайном характере ответов испытуемых, которая оказалась справедливой

Поскольку проверка на модельном эксперименте подтвердила правильность выдвинутой гипотезы, метод ВЫБОР был применен для решения ряда практических проблем планирования научных исследований. Выявленная данным способом политика ЛПР при 5 и 6 критериях была последовательной и непротиворечивой. Для уменьшения трудоемкости применения метода предложена процедура, позволяющая на основе «максимально информа-



тивных» вопросов значительно снизить число обращений к ЛПР (время получения информации от ЛПР при 7 критериях составляло около 30 мин).

Метод ВЫБОР наиболее целесообразно применять в тех случаях, когда ЛПР приходится иметь дело с несколькими задачами принятия решений. Примером такой ситуации являются задачи целевого планирования с принятием решений на деревьях целей или иерархических схемах<sup>10</sup>.

**Метод ЗАПРОС (Замкнутые Процедуры у Опорных Ситуаций).** Каждое сочетание оценок критериев представляет для ЛПР образ определенной альтернативы. Наиболее яркими, «контрастными», являются два образа, соответствующие сочетаниям лучших и худших оценок по всем критериям (назовем их опорными ситуациями).

Была выдвинута гипотеза<sup>12,13</sup>, что при 7—8 критериях с 2—6 оценками на шкалах этих критериев ЛПР может последовательно и непротиворечиво определять превосходство по полезности для объектов, отличающихся оценками по двум критериям, причем по прочим критериям оценки каждого из этих объектов одинаковы и принадлежат опорной ситуации. Эта гипотеза основана на предположении, что ЛПР учитывает образ, созданный лучшими или худшими оценками по  $(N-2)$  критериям, как нечто целое при сравнении двух объектов, каждый из которых имеет одну лучшую (худшую), а другую — произвольную оценку по оставшимся двум критериям.

Покажем на примере, какая информация в данном случае требуется от ЛПР.

Пусть оценки по  $(N-2)$  критериям имеют лучшие (первые) значения, а по двум критериям  $A$  и  $B$  могут изменяться. Переход от лучших оценок к худшим связан с падением качества. Поставим ЛПР следующий вопрос: «Пусть первоначально объект имеет оценки  $A_1B_1$  по критериям  $A$  и  $B$  и высшие оценки по всем прочим критериям. Рассмотрим два случая: а) произошло понижение качества по критерию  $A$ : переход от оценки  $A_1$  к оценке  $A_2$ ; б) произошло понижение качества по критерию  $B$ : переход от оценки  $B_1$  к оценке  $B_2$ . Какой из этих случаев соответствует большему падению качества?» При ответе на этот вопрос ЛПР сравнивает падение качеств  $x_1$  и  $y_1$  (рис. 16). Результат сравнения можно представить дугой графа, направленной от лучшей оценки к худшей

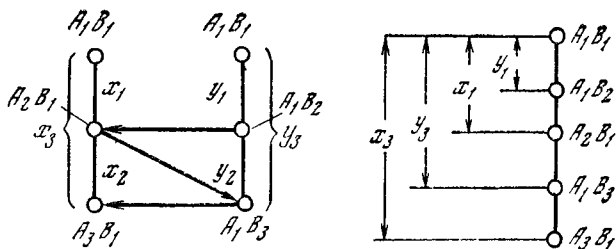


Рис. 16

( $y_1 < x_1$ ). Далее сравнивается падение качеств  $x_1$  и  $y_3$  и т. д. По результатам ответов ЛПР можно построить единую шкалу критериев  $A$  и  $B$ , представленную на рис. 16 справа. Аналогичным образом может быть осуществлен опрос ЛПР у другой опорной точки (худшие оценки по  $(N-2)$  критериям). Возможные ответы ЛПР в каждом из таких опросов имеют вид: «больше», «меньше», «примерно равны».

При  $N$  критериях необходимо провести  $0,5(N-1)$  сравнений оценок пар критериев. При этом возникает замкнутая процедура с проверкой на непротиворечивость следующего типа. По результатам каждого из сравнений можно построить единую шкалу оценок двух критериев. Очевидно, что при  $N > 2$  информация, необходимая для построения единой шкалы, дублируется (например, при  $N=3$  шкалу критериев  $A$  и  $B$  в ряде случаев можно построить как непосредственно, так и на основе сравнений критериев  $A$  и  $C$  и  $B$  и  $C$ ), причем количество избыточной информации возрастает с ростом  $N$ . Таким образом, при построении единой шкалы оценок  $N$  критериев можно осуществить проверку предпочтений ЛПР на непротиворечивость и транзитивность.

Гипотеза проверялась на модельном примере, характеризующем ситуацию выбора туристами места дневки во время байдарочного похода по реке. Каждый из испытуемых (8 опытных туристов) был поставлен в положение ЛПР, причем объект выбора оценивался по 5 качественным критериям (табл. 2). Проверка показала, что испытуемые допускали не более 1–2 противоречивых ответов из 34 (для одной опорной ситуации).

Описанная замкнутая процедура выявления предпочтений и построения единой шкалы оценок критериев про-

Таблица 2

## Критерии оценки места дневки для туристов

Критерии	Признаки
А. Наличие грибов у места стоянки	1. Много грибов — можно набрать за 2—3 часа полную корзину 2. Мало грибов — не хватает даже на ужин 3. Практически нет грибов
Б. Наличие дров	1. Изобилие дров 2. Достаточно дров — можно собрать в течение небольшого времени 3. Мало дров — трудно найти дрова
В. Место для купания	1. Место для купания находится у самой стоянки, с чистой водой и хорошим дном 2. Место для купания имеет слегка илистое дно (не пляж) 3. Неудобное место для купания — плохой берег, грязная вода, трава
Г. Присутствие комаров	1. Комаров нет (или очень мало) 2. Терпимое количество комаров — чувствуется их присутствие 3. Много комаров — невозможно что-либо делать без применения специальных средств
Д. Близость к нежелательным соседям	1. Нежелательные соседи далеко 2. Нежелательные соседи недалеко — слышны и проходят мимо 3. Нежелательные соседи близко — видны и навешиваются в гости

верялась также на практике в работе с ЛПР при 4 критериях (три раза), при 6 (дважды) и при 7 критериях (один раз). Информация, получаемая от ЛПР, почти всегда была непротиворечивой. Так, при опросе трех ЛПР по 4 критериям с 3—5 оценками на шкалах не наблюдалось ни одного нарушения транзитивности. При опросе по 6 и 7 критериям с 3—6 оценками на шкалах было 1—3 противоречивых ответа из 50—70. Повторный опрос

ЛПР позволил сразу же устранить эти противоречия (время получения информации у ЛПР не превышало 1 часа). Можно предположить, что при 3—4 оценках на шкалах критериев небольшое число противоречий сохранится до  $N=10$ .

Наряду с этим наблюдались весьма различные стратегии сравнения (разные единые шкалы) у разных опорных ситуаций. Следовательно, опорная ситуация оказывала непосредственное влияние на стратегию ЛПР. Малое число противоречий показывает, что ЛПР может последовательно и надежно выразить свою стратегию у опорных ситуаций.

В описанных экспериментах проверялась также гипотеза о том, что ЛПР может надежно сравнивать у опорных ситуаций величины падения качества вдоль шкал отдельных критериев. При таких сравнениях ЛПР ставятся вопросы следующего вида: «Пусть по  $(N-1)$  критерию оценки имеют лучшие (худшие) значения, а по критерию  $A$  произвольные. Какое из двух падений качества — а) переход от оценки  $A_1$  к оценке  $A_2$ ; б) переход от оценки  $A_2$  к оценке  $A_3$  — является бóльшим?» Ответы ЛПР могут иметь вид «больше», «меньше», «примерно равны». Ответы на эти вопросы были всегда непротиворечивы, чего и следовало ожидать при малом числе оценок на шкалах критериев. Отметим, что в ряде случаев результаты сравнения были разными у разных опорных ситуаций, т. е. стратегии ЛПР были сложными.

При некоторых типах требований к виду окончательного решения полученная от ЛПР информация сразу же приводит к окончательному решению (например, при необходимости выделения нескольких самых лучших и худших объектов). В практических проблемах перспективного планирования научных исследований и разработок, для решения которых применялся излагаемый метод, было большое число альтернатив (проектов) и требовалось их упорядочить по целесообразности включения в план. Отметим, что данное требование является одним из наиболее трудных с методологической точки зрения. Сравнения падений качества у опорных ситуаций надежно отражают предпочтения ЛПР, но его информация затрагивает непосредственно в общем случае лишь небольшое число объектов. Положение остальных объектов должно быть определено на основе полученной информации.

Возможный путь решения проблемы состоит в следующем: выдвигаются гипотезы о некоторых свойствах всего множества оценок; затем эти гипотезы проверяются путем сопоставления информации, полученной у двух опорных ситуаций; в случае подтверждения гипотез появляется возможность использования информации, полученной у опорных ситуаций, для сравнения альтернатив, не рассматривавшихся у опорных ситуаций.

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$	$y_2$	$y_3$
$x_1$	=	<	<	>	>	<
$x_2$		=	<		>	<
$x_3$			=	>	>	>
$y_1$				=	<	<
$y_2$					=	<
$y_3$						=

Рис. 17

Первым этапом использования информации ЛПР является установление факта зависимости или независимости критериев. Будем называть два критерия независимыми по падению качества, если величина падения качества между оценками по каждому критерию не зависит от оценок по другим критериям. Для проверки на независимость удобно использовать таблицу (рис. 17), пример которой дан для критериев  $A$  и  $B$ . В таблицу заносятся все сравнения на шкалах критериев  $A$  и  $B$  (см. рис. 16) и сравнения оценок двух шкал, проведенные у двух опорных ситуаций. Используется также дополнительная информация ЛПР о сравнении величин падения качества у опорных ситуаций (строится замкнутая процедура с теми же типами ответов). Если информация, полученная

от ЛПР у разных опорных ситуаций, непротиворечива, то делается вывод о независимости критериев  $A$  и  $B$  (это не исключает возможности зависимости для других пар критериев).

Логика такой проверки заключается в следующем. Если на сравнения оценок на шкалах двух критериев по-разному влияют оценки других критериев, то это говорит о появлении нового качества при определенных сочетаниях оценок критериев. В рассматриваемой проблеме это новое качество скорее всего проявит себя при «ярких» оценках по прочим критериям, т. е. у опорных ситуаций. Факт зависимости критериев связан обычно с явлением, когда хорошие (или плохие) оценки по отдельным критериям по-разному влияют на результаты сравнения падений качества по другим критериям. Так как проверка на независимость осуществляется для всех  $0,5 N(N-1)$  пар критериев, то ее можно считать достаточно полной.

Для случая независимости по падению качества доказана следующая теорема<sup>13</sup>: падение качества для любого сочетания оценок равно сумме падений качества от понижений оценок по отдельным критериям. Итак, в случае независимости  $k$  критериев при сравнении альтернатив, отличающихся оценками только по этим  $k$  критериям, можно сопоставить суммы соответствующих падений качества. Во многих случаях информация, позволяющая сравнить эти суммы, может быть получена из сравнений ЛПР у двух опорных ситуаций.

Переход от информации ЛПР к решающему правилу осуществляется следующим образом. Информация, полученная от ЛПР, представляет собой соответствующие двум опорным ситуациям системы линейных неравенств и равенств, отображающие сравнения падений качества вдоль осей различных критериев. В случае независимости по падению качества эти две системы совпадают и каждое падение качества при понижении оценки по одному критерию на несколько градаций равно сумме отдельных падений качества. В случае зависимости существуют две различные системы для тех же переменных. Отметим, что чаще всего встречаются случаи частичной зависимости — для ряда критериев, а неравенства, относящиеся к прочим критериям, в двух системах одинаковы.

Каждому возможному сочетанию оценок критериев соответствует определенная совокупность падений качества

по критериям. Две альтернативы  $L_1$  и  $L_2$  могут в соответствии с предпочтениями ЛПР находиться в одном из следующих отношений:

$L_1 \Rightarrow L_2$  (альтернатива  $L_1$  предпочтительна),

$L_1 \Leftrightarrow L_2$  (альтернативы эквивалентны),

$L_1 \sim L_2$  (альтернативы несравнимы).

Отношение любой пары альтернатив может быть определено на основе двух систем линейных неравенств и равенств, соответствующих двум опорным ситуациям.

I. В случае независимости по падению качества:

1.  $L_1 \Rightarrow L_2$ , если система неравенств и равенств позволяет установить, что сумма падений качеств, соответствующая  $L_2$ , больше, чем аналогичная сумма для  $L_1$ ;

2.  $L_1 \Leftrightarrow L_2$ , если можно установить, что упомянутые суммы одинаковы;

3.  $L_1 \sim L_2$  во всех прочих случаях.

II. В случае зависимости между всеми критериями:

1.  $L_1 \Rightarrow L_2$  может быть в двух случаях.

а)  $L_1$  и  $L_2$  принадлежат к альтернативам, непосредственно сравнивавшимся ЛПР у первой или второй опорной ситуации (при этом как частный случай может быть  $L_1 \Leftrightarrow L_2$ ),

б)  $L_1$  доминирует над  $L_2$  (оценки по всем критериям у  $L_1$  не хуже, а хотя бы по одному лучше, чем у  $L_2$ );

2. Во всех прочих случаях  $L_1 \sim L_2$ .

III. В случае независимости для части критериев:

1.  $L_1 \Rightarrow L_2$  может быть в следующих случаях:

а)  $L_1$  и  $L_2$  непосредственно сравнивались ЛПР у первой или второй опорной ситуации (как частный случай может быть  $L_1 \Leftrightarrow L_2$ ),

б) оценки  $L_1$  по зависимым критериям лучше, чем у  $L_2$ , а система неравенств и равенств, относящаяся к независимым критериям, позволяет установить, что сумма падений качеств, соответствующая  $L_2$ , больше или равна аналогичной сумме для  $L_1$ ;

2. Во всех прочих случаях  $L_1 \sim L_2$ .

Естественно, что сила введенного бинарного отношения (понимаемая как уменьшение количества пар несравнимых альтернатив) в существенной степени определяется фактом зависимости или независимости между критериями. Во многих случаях зависимость возникает из-за одной-двух оценок (худших) у второй опорной ситуации. При этом целесообразно изменить вторую опор-

ную ситуацию, заменив вызывающие зависимость оценки предыдущими оценками по этим же критериям. Для новой опорной точки должны быть повторены все перечисленные выше этапы выявления предпочтений ЛПР. Если при новой опорной точке условие независимости по падению качества выполняется, то для части многомерного пространства оценок критериев может использоваться бинарное отношение, соответствующее случаю независимости, а для другой части — соответствующее случаю зависимости.

Переход к разбиению множества альтернатив на упорядоченные по полезности группы может быть осуществлен следующим образом. Выделим на основе бинарного отношения в исходном множестве альтернатив все неподчиненные альтернативы (доминирующие над другими или несравнимые) и назовем их первым ядром. Среди альтернатив, оставшихся после удаления первого ядра, выделим второе ядро и т. д. Альтернативе, входящей в  $i$ -е ядро, присвоим  $i$ -й ранг, если над ней доминирует какая-либо альтернатива из  $(i-1)$ -го ядра и она сама доминирует над какой-либо альтернативой из  $(i+1)$ -го ядра. Если  $j$ -я альтернатива подчинена альтернативе из  $k$ -го ядра и доминирует над альтернативой из  $(k+p)$ -го ядра, то ее ранг находится в пределах от  $(k+1)$  до  $(k+p-1)$ .

Полученные таким образом совокупность ядер и ранги альтернатив могут быть непосредственно использованы ЛПР для выделения групп лучших, худших, средних и промежуточных по качеству альтернатив. Отметим, что на всех этапах метода использовалась информация ЛПР без каких-либо искажений.

Целесообразные границы применения метода ЗАПРОС, на наш взгляд, лежат при числе критериев  $3 \leq N \leq 8 \div 9$ , при числе оценок на шкалах, равном  $2 \div 6$ , при количестве альтернатив от десятков до нескольких сотен.

Приведем числовой пример применения метода ЗАПРОС. Рассмотрим построение решающего правила для системы из 5 критериев, приведенных в табл. 2. На рис. 18 даны обозначения падений качества вдоль осей критериев. Первая опорная ситуация соответствует сочетанию оценок  $A_1 B_1 V_1 \Gamma_1 D_1$ . Эта ситуация в содержательных терминах (формулировках качеств) объясняется ЛПР, чтобы он привык к ней. На рис. 19 даны результаты сравнений ЛПР у первой ситуации. Информация, полу-



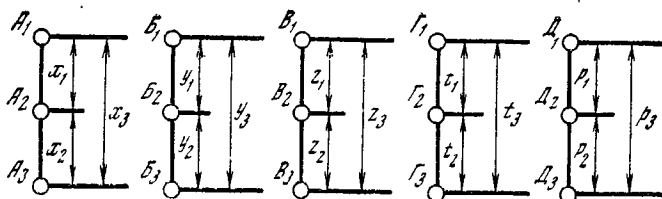


Рис. 18

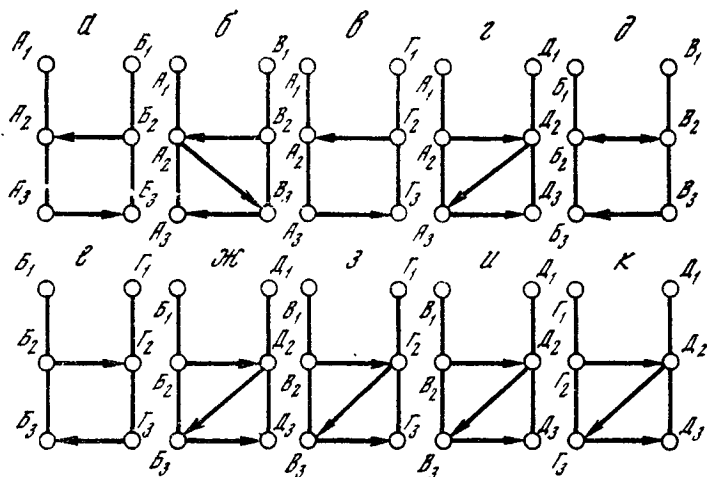


Рис. 19

ченная от ЛПР при сравнениях падений качества вдоль шкал критериев, имеет вид:

$$x_2 > x_1, \quad y_2 > y_1, \quad z_2 > z_1, \quad t_2 > t_1, \quad p_1 > p_2.$$

Система линейных неравенств и равенств, отражающая предпочтения ЛПР у первой опорной ситуации, имеет вид

- а)  $x_1 > y_1, \quad y_3 > x_3, \quad y_2 > x_2;$
- б)  $x_1 > z_1, \quad z_3 > x_1, \quad x_3 > z_3;$
- в)  $x_1 > t_1, \quad t_3 > x_3, \quad t_2 > x_2;$

- г)  $p_1 > x_1, x_3 > p_1, p_3 > x_3;$
- д)  $y_1 = z_1, y_3 > z_3, y_2 > z_2;$
- е)  $t_1 > y_1, y_3 > t_1, t_3 > y_3;$
- ж)  $p_1 > y_1, y_3 > p_1, p_3 > y_3;$
- з)  $t_1 > z_1, z_3 > t_1, t_3 > z_3;$
- п)  $p_1 > z_1, z_3 > p_1, p_3 > z_3;$
- к)  $p_1 > t_1, t_3 > p_1, p_3 > t_3.$

На рис. 23 дана единая шкала оценок пяти критериев, а на рис. 24 — граф, соответствующий приведенной системе.

$A_1, B_1, \Gamma_1, D_1$

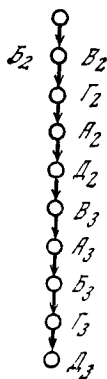


Рис. 20

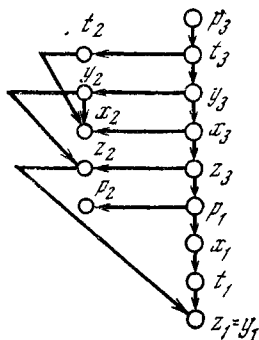


Рис. 21

Вторая опорная ситуация соответствует сочетанию оценок  $A_3 B_3 \Gamma_3 D_3$ . В этом случае информация, полученная от ЛПР по сравнению падений качества вдоль шкал отдельных критериев, имеет вид:

$$x_2 > x_1, y_2 > y_1, z_1 = z_2, t_2 > t_1, p_1 > p_2.$$

На рис. 22 даны результаты сравнений ЛПР у второй опорной ситуации. Система линейных неравенств и равенств для второй опорной ситуации имеет вид:

- а)  $y_2 > x_2, x_3 > y_2, y_3 > x_3;$
- б)  $x_2 > z_2, x_2 > z_3, x_3 > z_3;$

- в)  $t_2 > x_2, x_3 > t_2, t_3 > x_3$ ;  
 г)  $x_2 > p_2, p_3 > x_2, p_3 > x_3, p_1 > x_1$ ;  
 д)  $y_2 > z_2, y_2 > z_3$ ;  
 е)  $t_2 > y_2, y_3 > t_2, t_3 > y_3$ ;  
 ж)  $y_2 > p_2, p_3 > y_2, p_3 > y_3, p_1 > y_1$ ;  
 з)  $t_2 > z_2, t_2 > z_3$ ;  
 и)  $p_2 > z_2, p_2 = z_3, p_3 > z_3$ ;  
 к)  $t_2 > p_2, p_3 > t_2, p_3 > t_3, p_1 > t_1$ .

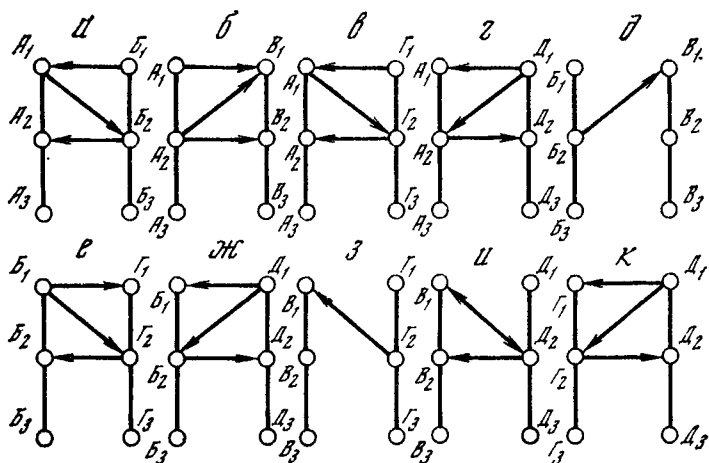


Рис. 22

На рис. 23 дана единая шкала оценок пяти критериев, а на рис. 24 — граф, соответствующий приведенной системе.

Проверка на независимость состояла в построении таблиц для пар критериев, куда заносилась информация из двух систем неравенств и проверялась на непротиворечивость. Для примера приведена таблица (рис. 25), построенная для критериев А и Б (информация непротиворечива).

Проверка выявила противоречие в таблицах, построенных для пар критериев А—Б, Б—В и В—Г, В—Д. Анализ показал, что причиной противоречий является за-

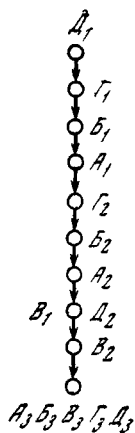


Рис. 23

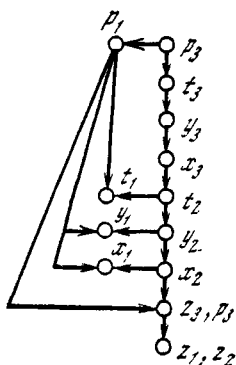


Рис. 24

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$	$y_2$	$y_3$
$x_1$	=	<	<	>	<	<
$x_2$		=	<		<	<
$x_3$			=	>	>	<
$y_1$				=	<	<
$y_2$					=	<
$y_3$						=

Рис. 25

висимость критериев В и Г. При удалении  $t_i, z_i$  из систем неравенств эти системы непротиворечивы. Следовательно, критерии А, Б, Д можно считать независимыми и использовать совместно уравнения для  $x_i, y_i, p_i$  из двух систем неравенств.

Более детальный анализ позволил установить сильное влияние оценки  $\Gamma_3$  на шкалу критерия В. Была сформирована новая опорная ситуация:  $A_3B_3V_3\Gamma_2D_3$  (у критерия  $\Gamma$  рассматриваются оценки  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  и одно падение качества  $t_1$ ). Информация, полученная от ЛПР у третьей опорной ситуации, представлена единой шкалой на рис. 26 и графом на рис. 27. Сравнения ЛПР показали равенство падений качества у первой и третьей опорной ситуации. Проверка показала факт независимости критериев.

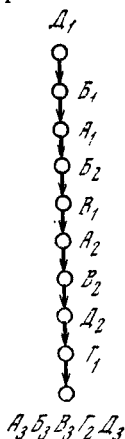


Рис. 26

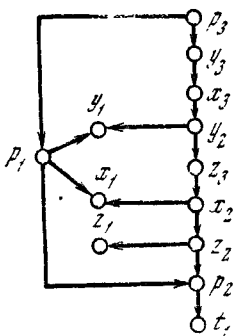


Рис. 27

Итак, полученная информация позволяет определить бинарное отношение между альтернативами следующим образом.

1. При сравнении альтернатив, не имеющих оценки  $\Gamma_3$  по критерию  $\Gamma$ :

1.  $\mathbb{L}_1 \Rightarrow \mathbb{L}_2$ , если сумма падений качеств, соответствующая  $\mathbb{L}_2$ , превосходит аналогичную сумму для  $\mathbb{L}_1$  на основе следующей системы неравенств и равенств (соответствующей графам на рис. 21 и 27):

$$p_3 > y_3, \quad y_3 > x_3, \quad x_3 > y_2, \quad y_2 > y_1, \quad y_1 = z_1, \quad y_2 > z_3, \quad z_3 > x_2, \\ x_2 > x_1, \quad x_2 > z_2, \quad x_1 > t_1, \quad z_2 > p_2, \quad p_2 > t_1, \quad p_1 > p_2, \quad t_1 > z_1, \\ p_1 > x_1, \quad p_1 > y_1.$$

2.  $\mathbb{L}_1 \Leftrightarrow \mathbb{L}_2$ , если в соответствии с приведенной выше системой обе суммы падений качества одинаковы.

3. В прочих случаях  $\mathbb{L}_1 \sim \mathbb{L}_2$ .

II. При сравнении альтернатив, одна из которых (либо обе) имеет оценку  $\Gamma_3$  по критерию Г:

1.  $L_1 \Rightarrow L_2$ , если

а)  $L_1$  и  $L_2$  принадлежат к альтернативам, приведенным на рис. 20, либо к альтернативам, приведенным на рис. 23, для которых справедливо  $L_1 \Rightarrow L_2$ ,

б) альтернатива  $L_1$  доминирует над  $L_2$  по критерию В и Г, а сумма падений качеств по прочим критериям для  $L_2$  превосходит аналогичную сумму для  $L_1$  на основе

Альтернативы	Оценки по критериям					Альтернативы	Оценки по критериям				
	А	Б	В	Г	Д		А	Б	В	Г	Д
1	1	2	2	1	1	11	2	2	3	3	2
2	2	3	1	1	2	12	2	1	1	1	3
3	2	2	2	1	2	13	3	3	2	2	1
4	2	1	1	1	2	14	1	1	2	1	2
5	3	3	2	2	3	15	3	1	1	3	3
6	1	2	3	3	1	16	2	3	3	2	2
7	3	2	1	2	1	17	1	1	1	3	2
8	3	2	1	1	1	18	3	2	3	3	1
9	3	2	1	2	1	19	1	1	2	3	3
10	1	1	1	1	1	20	3	2	1	3	1

Рис. 28

следующей системы неравенств и равенств (соответствующей графам на рис. 21 и 27):

$$p_3 > y_3, \quad y_3 > x_3, \quad x_3 > y_2, \quad y_2 > x_2, \quad x_2 > p_2, \quad x_3 > p_1, \\ p_1 > x_1, \quad x_2 > x_1, \quad x_1 > y_1, \quad y_2 > y_1, \quad p_1 > p_2.$$

2. В прочих случаях  $\mathbb{L}_1 \sim \mathbb{L}_2$ .

Покажем, как можно использовать сформулированное бинарное отношение для структуризации множества альтернатив. Случайным образом (бросанием 5 кубиков) были получены 20 альтернатив с оценками по 5 приведенным выше критериям (рис. 28). На основе сформулированного бинарного отношения была построена совокупность ядер, представленная на рис. 29 (стрелка означает доминирование). Окончательные ранги альтернатив: № 10—I, № 1—II, № 17—II÷V, № 14—III, № 6—III÷V, № 4—8—IV, № 19—IV÷VI, № 3, 7, 9, 12—V, № 2, 11, 13, 20—VI, № 5, 15, 16, 18—VII.

При необходимости уточнить положение альтернатив относительно выделяемых групп можно обратиться к ЛПР за дополнительной информацией. Речь идет о сравнении немногих альтернатив. Так, согласно рис. 29, аль-

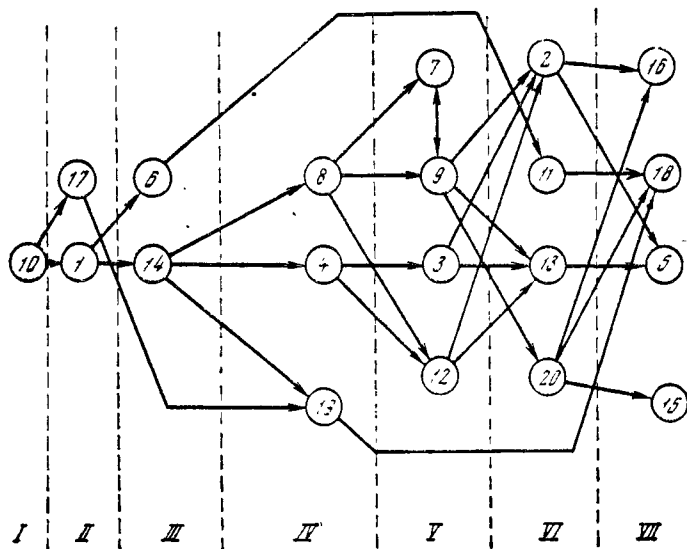
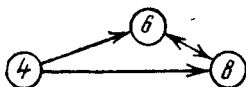


Рис. 29

тернативы 6, 8, 4 несравнимы. Однако при сравнении оценок альтернатив 4 и 6 ЛПР, не входя в противоречие с данной ранее информацией, определил:  $z_3 > x_1$ ,  $t_3 > p_1$ , что позволяет сделать вывод о превосходстве 4-й альтернативы:  $4 \Rightarrow 6$ . В то же время информация, требуемая от ЛПР при сравнении пар альтернатив 4—8 и 8—6, сложна для него, профили оценок этих пар резко отличаются. Если их сравнение крайне необходимо при принятии решений, то наиболее логично объявить их эквивалентными. Тогда окончательный результат сравнения альтернатив 4, 6, 8 может быть представлен в таком виде:



#### Диалог автора с неизвестным консультантом

**К:** Как известно, аксиоматические методы опираются на совокупность аксиом, утверждающих факт существования функции полезности в определенном виде. На чем же основаны предлагаемые методы принятия решений?

**А:** В реальных ситуациях принятия решений альтернативы безразличны для ЛПР и полезность некоторых из них больше, чем остальных. Это естественное предположение.

Основой предлагаемых методов является соответствие процедур выявления предпочтений ЛПР возможностям получения достоверной информации от человека. Эти процедуры конструируются так, что в них осуществляется проверка предпочтений ЛПР на непротиворечивость и транзитивность. Поскольку все методы принятия решений в уникальных ситуациях основаны на получении информации от ЛПР, наиболее логично принять за критерий правильности построения этих методов учет психологических аспектов получения нужной информации от людей.

**К:** Необходимость выдвижения и проверки гипотез, проведения модельных экспериментов делает предлагаемый подход к построению методов достаточно сложным. Какие дополнительные преимущества несет с собой применение этих методов?



**А:** Одним из основных преимуществ является хорошее соответствие методов практическим ситуациям принятия решений. Естественный язык описания ситуаций намного повышает доверие ЛПР к результатам применения методов, значительно увеличивает достоверность получаемой от экспертов информации. Однако удовлетворение сформулированных требований методологически усложняет разработку методов. Несмотря на эти трудности, можно разработать методы, достаточно строгие с точки зрения психологических аспектов получения информации от ЛПР. Методы не искажают этой информации, что является крайне важным с практической точки зрения. Опять-таки при этом резко возрастают шансы на «приживаемость» таких методов в сложных практических ситуациях принятия стратегических решений.

Кроме того, по мере накопления знаний о результатах проверки гипотез возникает возможность использовать надежные способы выявления предпочтений без необходимости проведения модельных экспериментов.

**К:** Не совсем понятно то обстоятельство, что пересмотр гипотез о возможностях получения информации должен влиять на вид результирующего решения. Не является ли это вмешательством в дела ЛПР?

**А:** Требования ЛПР иногда могут быть нереалистичны. Желательная для него форма представления результирующей оценки альтернатив может потребовать получения от ЛПР ненадежной информации. В этих условиях честная позиция консультанта состоит в аккуратном получении информации от ЛПР и представлении тех рекомендаций, которые надежно обоснованы. ЛПР может, например, потребовать полного упорядочения многих альтернатив в ситуации с большими значениями параметров  $N$ ,  $Q$ ,  $R$ . В таких ситуациях надежный ответ состоит, как правило, в построении квазипорядка с большим количеством эквивалентных альтернатив. Удовлетворение требований ЛПР может, в конечном итоге, обернуться против консультанта и против ЛПР: трудные для ЛПР задачи могут привести к ошибкам, упрощенным стратегиям и к явным несоответствиям результирующих оценок некоторым альтернатив предпочтениям ЛПР.

Если требования ЛПР к форме результирующего решения крайне существенны для него, то в этих условиях лучше строить двухэтапные процедуры принятия реше-

пий: первоначально сделать то, что можно, с полным множеством альтернатив, а затем строить специальные процедуры для отдельных подмножеств.

**К:** Как же выявить перечень критериев и построить словесные шкалы оценок по качественным критериям?

**А:** Умение правильно сделать анализ ситуации и прийти к ее адекватному описанию в значительной мере является искусством, которым должен овладеть консультант. Прежде всего такой анализ должен проводиться для ЛПР и совместно с ЛПР. Укажем некоторые полезные приемы.

Перечень критериев оценки альтернатив может составляться на основе бесед с различными сотрудниками административного аппарата, изучения официальных документов, бесед с ЛПР. Если близкие по содержанию решения принимались в прошлом, то полезно рассмотреть причины отклонения альтернатив. Достаточно полный перечень критериев часто возникает после нескольких итераций, во время которых на основании первого перечня производится оценка малого числа альтернатив, с результатами оценки знакомят ЛПР, появляются дополнительные критерии и т. д. Особенно важный этап — разработка словесных шкал оценок критериев. На каждой из шкал необходимо сформулировать понятие лучшего и худшего качества, практически достигаемого на данном множестве альтернатив.

Одним из важнейших требований к шкалам является требование хорошей различимости между оценками для экспертов. Формулировки оценок должны быть таковы, чтобы любая альтернатива могла найти себе отражение на шкале критерия. Это условие обычно приводит к небольшому числу (3—5) словесных оценок. Так как формулировки являются языком общения ЛПР и экспертов, то они должны корректироваться и утверждаться руководителем, отражать те оттенки качества, которые он хочет различать. Шкалы оценок должны разрабатываться путем изучения рабочего языка среды, в которой находятся ЛПР и эксперты. Разработка должна производиться с учетом отношения экспертов к объекту оценивания. Если ЛПР может обеспечить подбор незаинтересованных и компетентных экспертов (что является наилучшим вариантом), то формулировки оценок могут открыто выражать мнения ЛПР. Бывают и сложные случаи, когда единственные возможные эксперты заинтересованы в результа-

те оценки. В этих случаях на формулировки шкал ложится особая нагрузка. Формулировки оценок должны быть настолько яркими, чтобы эксперту было трудно существенно переоценить альтернативы (при явном искажении возникает опасность обвинения в профессиональной некомпетентности). Полезным приемом является использование ярких отрицательных оценок («отсекающих») и расположенных перед ними «серых штампов» — удобных безликих выражений, используемых экспертами при нежелании явно сказать «нет» (например, «получены определенные результаты»). Для ЛПР не существует различия между этими оценками при принятии решений, в то время как эксперты предпочитают избегать явно отрицательных оценок.

**К:** Можно ли использовать предлагаемый язык описания ситуаций принятия решений в рамках известных методов принятия решений?

**А:** Это можно сделать в тех случаях, когда методы не требуют перевода смысловых понятий в количественные величины.

Прежде всего, этот язык может использоваться при предварительном анализе множества альтернатив (если таковое имеется к моменту принятия решений), при построении гистограмм распределения оценок альтернатив по критериям. Естественно, что на основе такого описания можно выделить множество Парето. Что же касается методов принятия решений, то возможность от начала и до конца использовать предлагаемый способ описания ситуации существует для методов сравнения разностей оценок альтернатив<sup>14</sup>.

**К:** В главе V упоминалось о практических проблемах, в которых возможна вполне обоснованная частичная формализация, а ЛПР определяет компромисс между критериями. Что предлагается в рамках вашего подхода для человека-машинных процедур принятия решений?

**А:** Если имеется проверенная модель с критериями объективного характера, то этого вполне достаточно для адекватного описания соответствующих ситуаций принятия решений. Предлагаемый подход рекомендует строить все диалоги с ЛПР в соответствии с требованиями, приведенными выше (см. с. 139).

**ЛПР:** Консультант предлагает мне использовать для решения проблемы те или иные методы принятия решений. Как мне установить, в какой степени можно полагаться на эти предложения?

**А:** Прежде всего, вы можете поинтересоваться, в каком виде вам будет дан окончательный ответ, насколько он соответствует вашей задаче. Предлагаемый метод должен соответствовать общей организационной схеме решения проблемы и прежде всего возможностям получения информации от компетентных экспертов. Один из основных вопросов, которые вам следует выяснить, как будет использована в рамках метода получаемая от вас информация и как она повлияет на окончательную оценку альтернатив. Для общего взгляда на проблему весьма полезно рассмотреть оценки альтернатив по отдельным критериям. Если альтернатив немного, то можно попытаться установить факт превосходства одной альтернативы над другой. Если альтернатив много, то распределение оценок по критериям дает возможность качественно оценить совокупность альтернатив. Эта информация полезна для проверки рекомендаций, полученных с помощью того или иного метода.

**ЛПР:** Но вы так и не дали рецепта, какой метод следует выбрать для конкретной практической проблемы?

**А:** Эта задача достаточно сложна и должна решаться опытным консультантом. Часто конкретный тип проблемы диктует необходимость творческой разработки нового метода.

**ЛПР:** Какие методы лучше всего использовать для самостоятельного анализа небольшого числа альтернатив?

**А:** В первую очередь методы компенсации оценок: осуществлять попарные сравнения альтернатив, пытаюсь определить превосходство одной из них. Лучше всего сравнивать оценки альтернатив по критериям, устанавливая, какое превосходство первой альтернативы по одному из критериев эквивалентно превосходству второй альтернативы по другому критерию. Если эти два качества «уравновешены», можно рассматривать другие, и т. д. Однако следует помнить, что этот метод, как и все прочие, не универсален и становится сложным при большом числе критериев.

**ЛПР:** Вы говорите о методах принятия решений, предназначенных для одного лица, принимающего решения, либо для группы руководителей, имеющих общую политику. Однако на практике встречаются ситуации, когда члены органа, принимающего коллективные решения, имеют разные мнения, разные предпочтения и им необходимо выработать общую политику. Почему вы не излагаете методов, предназначенных для решения такой проблемы?

**А:** На наш взгляд, конструктивных методов решения проблем коллективного выбора в настоящее время не существует. Есть некоторые методы, помогающие наглядно представить информацию для членов коллективного органа, принимающего решения<sup>15</sup>. Но это не является полным ответом на вопрос. Построение практических методов принятия коллективных решений связано с преодолением существенных методологических трудностей.

**ЛПР:** Можно ли рассчитывать, что при хорошем методе принятия решений сложные реальные проблемы будут быстро и успешно решены?

**А:** Применение метода принятия решений является лишь одним из этапов процесса принятия решений. Конечно, лучший метод увеличивает шансы на успех. Однако в общей совокупности этапов этот этап не является решающим, как мы покажем в следующей главе.

## КОНКРЕТНЫЕ СИТУАЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИЛИ ИСКУССТВО АНАЛИЗА ПРОБЛЕМ

### Об айсберге

В сложных практических ситуациях принятия решений оказываются важными многие неформализуемые и неформальные обстоятельства. Как правило, эти обстоятельства нельзя обнаружить в публикациях о применениях методов принятия решений: такие ключевые вопросы, как причины возникновения задачи, кто и почему способствовал применению метода и т. д., обычно там просто упоминаются. Между тем в практических ситуациях принятия уникальных решений роль анализа ситуации со всеми жизненными аспектами, влияние способа представления информации, умение консультанта общаться с руководителем крайне велики. Если удалось создать обстановку, в которой можно применить метод принятия решений, то 70% работы уже сделано. Конечно, гибкий и удобный метод принятия решений увеличивает шансы на успешное решение проблемы. Но надо понимать — это скорее верхушка айсберга, чем сам айсберг.

Тогда почему же столь много написано именно о методах, а не о том, как решается (либо решалась) проблема в целом?

На вопрос можно дать ряд ответов. Прежде всего, по понятным причинам консультант не может в широкой печати описывать реальную обстановку распределения ролей и влияний в конкретном административном аппарате. Кроме того, само такое описание считается ненаучным. Если перелистать многочисленные публикации по проблемам принятия решений, то можно заметить стремление авторов к строгому, формализованному, «солидному» изложению проблемы. Только в памфлетах Паркинсона встречаются описания типа: «Мистер *A* хотел стать влиятельнее мистера *B* и потому решил использовать консультантов для анализа ситуации». Ближе всего к таким описаниям находятся так называемые конкрет-

ные ситуации, используемые в школах управляющих. Однако очевидные требования учебного процесса делают эти ситуации упрощенными.

Кроме того, с анализом ситуации связан наименее формализованный этап деятельности консультанта, этап, в котором требуется в первую очередь искусство. Построение же методов принятия решений связано с теми или иными теоретическими проблемами.

Далее мы покажем примеры обстановки, в которой может удачно возникнуть возможность применения методов принятия решений, т. е. дадим описание всего айсберга. Примеры эти вымышленные, но в них входят реальные черты практических ситуаций.

### Планирование по заказам

В одном из главков Минпостерства был назначен новый начальник, так как старый ушел на пенсию. Главк был ответствен за планирование работ НИИ Министерства по заявкам организаций других министерств, что являлось довольно сложной проблемой. Новый начальник Главка, способный и довольно молодой для своей должности человек, получил трудное наследство. Его предшественник умело справлялся с работой благодаря многолетнему опыту и обширным связям, положение его в Министерстве было очень прочным. Лавина проблем, нахлынувшая на нового начальника, заставила его вспомнить об одном знакомом, занимавшемся чем-то вроде науки об управлении. Через некоторое время начальник Главка (Н) и консультант (К) встретились вечером в неофициальной обстановке и между ними произошел разговор.

**Н:** Я слышал, что вы занимаетесь проблемами принятия решений. Можете ли вы мне помочь в моей конкретной проблеме?

**К:** Я не могу сказать заранее, насколько мой практический опыт и знания подходят в вашем случае. Однако у нас есть время, и вы ничего не потеряете, ответив на ряд моих вопросов. Расскажите, пожалуйста, в чем состоит ваша проблема.

**Н:** Я буду говорить с вами откровенно. К нам поступает много, иногда тысячи, заявок на проведение исследований в течение пятилетки. Мы не можем удовлетворить

их все, в лучшем случае только половину. Наш Главк готовит план и представляет его министру. Часть работ нельзя не включить в план, потому что это важные проблемы, по которым уже приняты решения. Другая часть исходит от влиятельных заказчиков, непосредственно связанных с министром либо с замминистрами. Однако большинство заявок, крупных и мелких, идет к нам на равных основаниях и пужно решить, кому отказать, а кого включить в план.

**К:** Как обычно решается у вас проблема выбора?

**Н:** Обычный путь формирования плана заключается в следующем. Заказчик старается непосредственно связаться с организацией — исполнителем и как-то с ней договориться заранее. Тогда мы получаем согласованные заявки, и план практически формируется снизу. Мой предшественник не видел в этом ничего плохого. Но у меня сложилось впечатление, что часто мы делаем не то, что следует. Получается, что практически выносит решение о заключении именно этого хоздоговора зав. лабораторией НИИ. При этом он исходит из своих узких интересов, научных и ненаучных. В итоге НИИ часто берут заявки не по своему основному профилю, что потенциально опасно: они разбрасываются, квалификация сотрудников не растет. Кроме того, нам трудно обосновать, почему такие-то заказы, важные для заказывающих организаций, не включаются в план, а другие, менее важные, включаются.

**К:** А как вы обычно оцениваете важность заявки?

**Н:** Я и мои сотрудники внимательно их рассматриваем. Но, естественно, мы не можем квалифицированно судить о всех проблемах наших НИИ. По тем или иным работам мы обращаемся в головной институт. Там есть крупные специалисты, но, как правило, они занятые люди, часто работают в двух-трех местах. Когда им присылают темы заявок, они обычно не дают подробной критической оценки, а поддерживают в целом или не поддерживают. Некоторые темы (как части крупных проблем) обсуждаются на научных советах. Я читал протоколы заседаний: говорится в общем и целом без конкретных оценок.

**К:** Вам не нравится существующая система планирования. Каков, по вашему мнению, желательный подход к составлению плана?



**Н:** Мне кажется, что нашему министерству необходимо иметь определенные позиции, определенную политику по выбору заказов. Сейчас мы составляем план, просто группируя подаваемые снизу согласованные заявки, авторы которых оказались достаточно настойчивыми. Мне хотелось бы составлять и представлять план министру, исходя из определенных положений, отражающих состояние нашей отрасли.

**К:** У меня есть некоторый опыт в решении подобных проблем, и я готов вам помочь. Но предварительно хотел бы задать еще ряд вопросов. Можно ли найти независимых экспертов-ученых, которые могли бы ответить на четко поставленные вопросы по каждой из заявок?

**Н:** Как я уже говорил, компетентные специалисты у нас есть, но с экспертизой дело обстоит плохо. В популярном журнале я читал, что надо иметь много экспертов, чтобы они дали оценки в баллах, а потом нужно брать среднее. Так вот, многих экспертов на все заявки мы не найдем.

**К:** Оставим популярные мифы о толпах компетентных и беспристрастных экспертов, взвешивающих все на свете как точные приборы. Такие эксперты существуют лишь в статьях о статистической обработке экспертных оценок. Я спрашиваю о том, можно ли найти небольшое число специалистов, на оценки которых вы могли бы полагаться и которых могли уговорить добросовестно потрудиться для вашего Главка. Необходимо, чтобы они рассмотрели все заявки.

**Н:** Небольшое число ученых мы можем найти. Захотят ли они работать для нас, зависит также и от того, что мы от них потребуем.

**К:** Теперь нужно уточнить, что именно вы хотите от системы планирования. Вы — руководитель, обладающий определенной самостоятельностью в принятии решений. Но, чтобы понять место вашей проблемы в сложной системе министерства, необходимо провести специальный анализ. Договоримся так: мы условно беремся за вашу проблему, я и мои сотрудники проведем предварительное обследование. Для этого нам нужно побеседовать с сотрудниками вашего Главка, изучить официальные документы, случаи включения и отклонения заявок. Мы будем отнимать у вас время, причем нам необходима работа именно с вами, а не только с вашими сотрудниками.

Через месяц-два мы сможем дать вам предварительные выводы на 1—2 страницы и общий план решения проблемы.

**Н:** Пока что определенно вы обещаете мне лишь затраты времени. А что же я смогу получить в случае успеха в вашей работе?

**К:** Если проблема такова, что фактически существует возможность изменить процедуры принятия решений, то вы получите многое. Мы поможем вам сформулировать политику и разработать способы проведения ее в жизнь. Мы не только дадим советы, но пройдем с вами все этапы решения проблемы от начала до конца, примем участие в организации опроса экспертов, обработаем результаты у себя на ЭВМ, подготовим их для представления руководству.

**Н:** Но это большая работа. Можно договориться с вашей организацией о включении данной темы вам в план.

**К:** Пока это преждевременно. Подождите пару месяцев, пока мы вместе во всем разберемся. Бывают ситуации, в которых трудно что-либо сделать. Например, возможны большие трудности в привлечении ваших экспертов или ваш план окажется на 95% обусловлен внешними факторами. Тогда мы обсудим все это, вместе придем к выводу о нецелесообразности дальнейшей работы и расстанемся по-хорошему. При этом и вы и мы идем на риск почти напрасной траты времени. Однако она не совсем напрасна: даже в худшем случае мы приобретаем опыт, а вы — взгляд со стороны на свою проблему.

**Н:** Хорошо, я с охотой пойду на этот риск.

После описанной встречи состоялась еще не одна. В результате обследования консультанты пришли к выводу о возможности перестройки системы планирования. На основе анализа существующей системы, понимания задач министерства был совместно определен перечень основных критериев (факторов), из которых должна состоять рациональная политика:

А. Масштабность заказа.

Б. Важность заказа для заказчика.

В. Соответствие требуемых исследований профилю организации-исполнителя.

Г. Фактическая подготовленность исполнителя к проведению работ.

Д. Наличие ранее принятых решений о выполнении работы.

По каждому из критериев была разработана шкала словесных оценок качества, понятных для экспертов. Так, для критерия В эта шкала имела вид:

В<sub>1</sub>. Тема работы соответствует новому, перспективному направлению деятельности организации, утвержденному ранее решением коллегии.

В<sub>2</sub>. Тема работы соответствует традиционному направлению деятельности организации.

В<sub>3</sub>. Тема работы не соответствует профилю деятельности организации.

Система критериев со шкалами оценок была использована для работы с экспертами. Были тщательно выбраны 15—20 специалистов, на мнение которых полагался руководитель. С ними была достигнута договоренность о проведении экспертизы. Каждый из них приехал в министерство на 1—2 дня и работал с сотрудниками Главка и консультантами. Каждый эксперт назначил для каждой из рассматривавшихся им заявок по одной оценке на шкале каждого из критериев. Для получения общих оценок заявок консультанты использовали метод принятия решений, похожий на изложенный в предыдущей главе метод ЗАПРОС. Отметим, что в новой системе планирования были сохранены положительные черты существовавшей ранее системы и в первую очередь непосредственный контакт исполнителя и заказчика. Однако их договоренность уже в меньшей степени влияла на включение заявки в план, так как возросла централизация в принятии решений.

Работа позволила руководителю достичь своих целей: политика министерства получила рациональное выражение. Работа была одобрена руководством министерства. Авторитет и влияние Главка возросли.

### Целевое распределение ресурсов

Сотрудник (С) планового органа, осуществляющего распределение ресурсов на научное оборудование, обратился в консультативную организацию за советом.

С: Я читал о новом методе управления — о программно-целевом подходе — и хотел бы его применить для решения наших проблем. Не могли бы вы объяснить, как надо строить деревья целей.

**К:** Прежде всего, расскажите о своей проблеме. Программно-целевой подход не является универсальным либо единственным средством решения всех проблем. Кроме того, он не обязательно связан с деревьями целей.

**С:** Наш плановый орган распределяет ресурсы на оборудование и аппаратуру, необходимую при проведении научных исследований. Хотя нам выделяются крупные средства, потребности научных организаций значительно их превышают. Сейчас нам нужно разобрать план распределения ресурсов на 2—3 года.

**К:** А как фактически решается вами задача распределения при дефиците ресурсов?

**С:** На распределение ресурсов влияют крупные ученые, представители различных организаций, научные школы. Реальная ситуация распределения весьма сложна. Крупные ученые обычно называют важную проблему и требуют для ее решения определенных приборов. Менее известные, но иногда более способные ученые имеют иные мнения о перспективности тех или иных проблем. Наше руководство определяет обычно свои цели в общем виде, например «усилить внимание к тем проблемам, где мы находимся на мировом уровне». После обсуждений, споров, телефонных звонков появляется приемлемое решение.

**К:** Что хотелось бы видеть ваше руководство в иной системе планирования?

**С:** Большую связь своих целей с распределением ресурсов. Сейчас эта связь не всегда ясна, а распределение отражает стремление удовлетворить всех желающих.

**К:** Можно ли использовать ученых для оценки перспективности исследуемых проблем?

**С:** Конечно, они охотно помогут нам, однако субъективность их оценок очевидна. Кроме того, будут различные мнения у представителей разных научных школ.

**К:** Можно ли для каждой из проблем определить минимально достаточный и требуемый перечень оборудования, необходимого для ее решения?

**С:** Такие данные мы можем получить от ученых и даже оценить эти перечни по степени дефицита оборудования.

**К:** Первое впечатление от вашей проблемы состоит в том, что вам не нужны никакие деревья целей, а нужна структуризация своей политики, конструктивный переход

от общих целей к конкретному распределению ресурсов. Исходя из нашего опыта, можно определить, что для вас желательно иметь две полные классификации — всех крупных решаемых проблем и всех возможных типов научного оборудования и связать их между собой. Для структуризации политики вам необходимо составить перечень возможных общих целей планового органа и рассматривать эти цели как критерии оценки крупных проблем. Тогда выбор тех или иных целей приведет к выбору части проблем, а выбор проблем — к выбору оборудования. Мы называем эту структуру иерархической схемой<sup>1</sup>.

Другой вопрос — можно ли применить у вас иные способы планирования. Сейчас именно он самый важный. Если хотите, мы можем вместе с вами провести предварительное обследование. Вы поможете нам на всех этапах, познакомите с потенциальными экспертами. Через некоторое время мы подготовим совместный предварительный отчет для вашего руководства.

**С:** Учтите, что субъективность экспертов велика, а экспертов по иным вопросам просто не существует.

**К:** Кое-что можно сделать и в такой ситуации. Наш подход состоит в том, что мы не просим эксперта оценить проблему в целом, а лишь охарактеризовать ее по разным критериям со словесными шкалами оценок. При таком опросе специалисты дают более точные оценки. Кроме того, явное искажение оценок по отдельным критериям обычно заметно: специалисты могут посчитать эксперта недостаточно квалифицированным. И, наконец, главное: следует выявить мнения по возможности всех ведущих ученых, работающих в данной области, анализ их оценок даст объективную картину распределения мнений. Тщательный анализ информации, собранной в структуризованном виде, сделает процесс принятия решений более обоснованным. Однако предполагаемая работа потребует затрат времени руководства, потребует усилий по организации работы экспертов.

Через несколько месяцев совместной работы предложенная структуризация проблемы принятия решений была признана удачной. Эксперты разработали две полные классификации: крупных проблем, решаемых в данной области, и научного оборудования. В качестве критериев оценки проблем были определены:

1. Принципиальная важность ожидаемых научных результатов.

2. Прикладная важность проводимых исследований.

3. Возможность быстрой передачи ожидаемых результатов в практическое использование.

4. Сравнение с мировым уровнем работ в данном направлении.

5. Подготовленность к эффективному использованию научного оборудования.

Научное оборудование оценивалось также по критериям:

1. Сравнение с мировым уровнем по качеству оборудования.

2. Степень дефицита.

3. Стоимость.

Для каждого из критериев была разработана шкала качественных словесных оценок. Эксперты оценили все элементы двух классификаций по многим критериям. Для выявления научно-технической политики планового органа и определения требований к научному оборудованию был использован метод принятия решений, похожий на изложенный в предыдущей главе метод ВЫБОР. Для каждого варианта научно-технической политики, сформулированного руководством планового органа (при заданных требованиях к оборудованию), были получены оценки минимальных и требуемых расходов ресурсов. Полученные результаты позволили руководству выявить и сопоставить точки зрения различных научных школ. Возросла обоснованность и рациональность принимаемых решений.

### Основные этапы работы. Наука и искусство

Несмотря на существенные различия двух приведенных выше проблем, в них можно выделить общее. Это общее можно выделить и в других практических ситуациях, когда консультант помогает руководителю решать проблемы уникального выбора.

Обсудим кратко основные этапы этого процесса.

**Предварительные беседы.** Первым этапом практического решения проблем уникального выбора являются беседы консультанта с лицами, непосредственно влияющими на решение проблемы, прежде всего с руководи-

телем, ответственным за ее решение. Этот этап основан на искусстве консультанта разобраться в обстановке, посмотреть на проблему в целом, выделить ее основные отличительные особенности. Этот этап крайне важен также с точки зрения установления доверительных отношений между консультантом и руководителем. Заказ консультанту возникает лишь при заинтересованности руководителя: никакие приказы вышестоящих организаций не заставят его быть откровенным с консультантом.

**Предварительный анализ.** Второй этап исследования проблемы уникального выбора состоит в предварительном анализе возможностей ее решения. На этом этапе должен возникнуть рабочий контакт между руководителем и его помощниками и консультантами. Консультанты должны вникнуть в реальное положение дел, понять возможности и ограничения руководителя, его цели. Это крайне сложный и ответственный этап: первые впечатления от ситуации принятия решений часто обманчивы, только анализ показывает, есть ли какие-либо шансы повлиять на реальные процессы принятия решений. Успех на данном этапе зависит от прошлого опыта консультантов (или консультанта), их искусства проведения анализа. Наряду с «просто» искусством в ряде случаев здесь может помочь поэтапное описание реальных процессов принятия решений.

Этап предварительного обследования предъявляет также ряд требований к руководителю. Он должен помочь консультанту войти в курс дела, определить для него основное содержание своей политики. Время, затраченное руководителем на данном этапе, крайне существенно для правильной постановки проблемы. Поэтому, если руководитель не находит времени для работы с консультантом, то вряд ли впоследствии он может ждать от него значительной помощи. Позиция руководителя: «я дам вам кое-какие материалы, а вы без меня подготовьте научно обоснованные рекомендации» должна рассматриваться консультантом как один из негативных элементов анализируемой проблемы.

На этапе предварительного обследования консультант должен найти ответ (хотя бы предварительный) на следующие вопросы:

1. Кто фактически влияет на процесс принятия решений.

2. Имеется ли возможность что-то улучшить в этом процессе.

3. В чем цели руководителя и каково его фактическое участие в принятии решений.

4. Как определяется перечень альтернатив.

5. Имеется ли возможность получения информации, необходимой для оценки альтернатив.

6. Имеются ли независимые, компетентные эксперты, можно ли обеспечить их работу.

7. Кто заинтересован в изменении существующих процедур принятия решений и кто будет противиться этим изменениям.

8. Каких затрат времени и ресурсов потребует решение проблемы от консультанта.

9. Какие постановки теоретических проблем могут возникнуть при дальнейшей работе и насколько к ним готов консультант.

10. Что может принести успешное решение проблемы заказчику и консультанту.

Этап предварительного обследования должен показать, имеются ли практические возможности решения проблемы. Результаты данного этапа должны быть представлены в виде предварительного отчета.

**Составление перечня альтернатив.** Когда альтернативы заданы, необходимость в данном этапе отпадает. Иногда же конструирование новых альтернатив намного полезней изучения заданных. Конечно, чаще всего это конструирование может быть основано на опыте консультанта, на свежем взгляде при предварительном анализе.

Наряду с искусством на этом этапе могут быть применены и методологические приемы. Наиболее конструктивный из них: понять, из каких «кирпичиков» конструируются альтернативы и отобрать все разумные сочетания этих «кирпичиков». Такой подход носит название морфологического анализа<sup>2</sup>.

**Выявление критериев оценки альтернатив.** Успех данного этапа целиком зависит от эффективности совместной работы консультанта с руководителем и его помощниками. В своих описаниях реальной ситуации, достоинств и недостатков альтернатив они используют естественные качественные оценки. Искусство консультанта состоит в выделении этих оценок и в построении переч-



ня критериев, а также их шкал. Откровенность руководителя в описании реальных ситуаций служит основой построения действенной системы критериев, отражающей политику данной организации.

**Получение необходимой информации.** Исключительно важен этап получения информации, необходимой для оценки альтернатив. Часть информации может иметь объективный характер, и руководитель должен организовать ее регулярное получение. Наиболее существенная информация, необходимая для оценки альтернатив уникальных решений, может быть получена только от экспертов.

Серьезной проблемой для руководителя, можно сказать, жизненно важной, является привлечение компетентных экспертов, поскольку именно на информации экспертов основываются принимаемые им решения. Как правило, опытных и знающих экспертов, которым доверяет руководитель, немного. С каждым из них необходимо личное общение. Для получения достоверной информации консультант должен принимать участие в организации работы эксперта и наблюдать за его работой. Шкалы оценок (приведенные в предыдущей главе) позволяют эксперту просто называть номер оценки по каждому критерию для каждой из альтернатив. Возможно иногда привлечение нескольких экспертов для оценки тех же альтернатив. В этих случаях следует избегать каких-либо усреднений их оценок. После анализа и группировки необходимо ознакомить руководителя с различными мнениями экспертов. Если разброс мнений невелик, он может не отразиться на агрегированных оценках альтернатив. Если есть существенные различия, то руководитель должен иметь о них полную информацию. Он может попросить экспертов встретиться и согласовать свои мнения, либо учесть оценки лишь части экспертов.

В сравнительно редких случаях, когда экспертов много, неизбежна автономная (без присутствия консультанта) работа экспертов, и может идти речь о каком-то усреднении их оценок. Лучше всего брать средние оценки по каждому из критериев (в случае качественных шкал можно проводить усреднение по номерам оценок).

Сам процесс общения консультантов с экспертами также в значительной мере является своего рода искусством.

**Применение метода принятия решений.** Построение решающего правила может предшествовать этапу опроса экспертов либо следовать за этим этапом. Если предварительный анализ дал хорошие результаты, альтернатив и критериев много, то метод принятия решений просто необходим. Как видно из вышеизложенного, этап применения метода представляет собой только часть работы консультанта. В целом этот этап ближе всего к научному анализу. На данном этапе участие руководителя также необходимо, поскольку именно его предпочтения должны быть заложены в решающее правило.

**Представление результатов.** Применение любого из методов должно привести к какому-то упорядочению альтернатив. Важно наиболее наглядно представить результаты анализа руководителю.

Весьма полезно построить распределение оценок альтернатив по отдельным критериям; эти графики очень наглядны. Для обозримого представления альтернатив можно осуществить их предварительную группировку по близости оценок. Иногда для руководителя бывает полезным наглядное представление на плоскости альтернатив с оценками по многим критериям. Такое представление можно получить с помощью специальных методов визуализации данных<sup>3</sup>.

Как видим, на этапе представления результатов необходимо сочетать знания консультанта о том, в каком виде лучше подать информацию данному руководителю, с использованием ряда научных методов.

Таким образом, можно сделать вывод, что об искусстве принятия решений следует говорить не только применительно к личности руководителя. На всех этапах работы консультанта по принятию решений сочетаются оба элемента: искусство и наука, причем элемент, называемый искусством, превалирует.

- А ты что задумал?— спросил  
Волшебник.  
— Вычислительную машину!— отве-  
тил Снорк.  
— Такую, чтобы решала, что спра-  
ведливо, а что несправедливо, что  
хорошо, а что дурно.  
— Это слишком трудно,— сказал  
Волшебник, покачав головой.—  
— С этим я не справлюсь.

*Туве Яксон. Шляпа Волшебника*

Появление консультативной деятельности является закономерным результатом развития экономики. Объективная необходимость использования консультантов — аналитиков в административном аппарате непрерывно возрастает. Наряду с прочими факторами, эта необходимость связана с быстрыми изменениями в окружающем нас мире. Успешно применявшиеся ранее процедуры планирования и управления становятся мало эффективными. Отсутствие рациональной, целенаправленной политики приводит к экономическим потерям, к снижению темпов научно-технического прогресса.

Существуют две причины, препятствующие использованию более совершенных методов и процедур принятия решения. Первая из них связана с традиционными предубеждениями сотрудников административного аппарата, привязанностью к привычным формам подготовки решений. Вторая — с несовершенством стиля и методов работы консультантов; с недостаточным учетом ими человеческих факторов.

Любое сотрудничество руководителей и консультантов — двусторонний процесс. Не следует думать, что пропагандистская кампания либо просто указания вышестоящих руководителей могут стимулировать «внедрение» новых методов принятия решений. Дело гораздо сложнее: необходима совместная и кропотливая работа сотрудников аппарата и консультантов. Эта работа редко приводит к ошеломляющим эффектам. Чудес не бывает, нельзя сделать хорошего выбора при только пло-

хих альтернативах. Но структуризация процесса принятия решений и разумное использование экспертов могут привести к возрастанию способностей руководителя уверенно решать все более сложные проблемы.

В настоящее время перед специалистами по методам принятия решений, перед консультантами-аналитиками стоят сложные проблемы. Многие реальные процессы, протекающие в административном аппарате, гораздо сложнее тех, для которых уже разработаны аналитические подходы. Есть, например, случаи, когда интересы различных частей организации или разных организаций не совпадают. И это далеко не всегда плохо — именно в конфликте вырабатывается компромиссное решение, учитывающее многие реальные ограничения. Часто решение принимается коллективом руководителей. При этом возникают проблемы координации политики влиятельных членов этого коллектива, согласования противоречивых интересов.

Перечисленные проблемы исключительно сложны с методологической точки зрения. На наш взгляд, в настоящее время нет практических конструктивных методов принятия групповых решений или решений в условиях противодействия при многих активных участниках. Далеки от своего удовлетворительного решения многие относительно более простые проблемы принятия индивидуальных решений.

Сам путь к тем или иным формальным постановкам долог и тернист. Он пролегает через многие преграды и препятствия, неизбежные в реальных ситуациях. Жизнь требует от консультанта по проблемам принятия решений сочетания многих качеств: искусства анализа ситуаций, глубоких профессиональных знаний приемов и методов принятия решений, умения представления рекомендаций, профессиональных навыков в работе с людьми.

Для многих консультантов — специалистов по методам принятия решений эта область работы привлекательна именно новым сочетанием психологических, социологических, математических, экономических проблем. В предстоящие десятилетия многие так называемые поведенческие науки безусловно сделают шаг вперед. Тогда появится возможность строить намного более эффективные методы принятия решений. Но уже сейчас необходимо рассматривать процесс принятия решений как

процедуру, главными участниками которой являются руководитель и эксперты. Именно человеческие, а не математические или машинные аспекты являются основными в процессе принятия решений. Именно на этих аспектах следует основывать критерии проверки практической ценности методов принятия решений.

И, наконец, безусловно приятной наградой для исследователя является возможность реально улучшить процессы принятия решений, наблюдать положительные изменения в сложных административных механизмах, вызванные его работой.

### Глава I. Выбор в сложных ситуациях и трудности его осуществления

1. *Паркинсон С. П.* Закон Паркинсона и другие памфлеты. М.: Прогресс, 1976.
2. *Кондо Г.* Развитие и совершенствование служб управления. М.: Прогресс, 1970.
3. *Брайт Дж.* Менеджер и научно-техническое прогнозирование.— В кн.: Научно-техническое прогнозирование для промышленности и правительственных учреждений. М.: Прогресс, 1972.

### Глава II. Консультанты и методы их работы

1. *Диксон П.* Фабрики мысли. М.: Прогресс, 1976.
2. *Хилсмен Р.* Стратегическая разведка и политические решения. М.: ИИ, 1957.
3. *Лузин А. Е., Озира В. Ю.* Консультативные фирмы капиталистических стран по управлению. М.: Экономика, 1975.
4. Анализ сложных систем/Под ред. Э. Квейда. М.: Сов. радио, 1969.

### Глава III. Общие подходы и рациональные процедуры в проблемах выбора

1. *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Становление и сущность системного подхода. М.: 1973.
2. *Гуд Г. Х., Макол Р. Э.* Системотехника. Введение в проектирование больших систем. М.: Прогресс, 1962.
3. *Shippers S. M.* Technique for system engineering. New York: McGraw-Hill, 1967.
4. Анализ сложных систем/Под ред. Э. Квейда. М.: Сов. радио, 1969.
5. *Клиланд Д., Кинг В.* Системный анализ и целевое управление. М.: Сов. радио, 1964.
6. *Янг С.* Системное управление организацией. М.: Сов. радио, 1972.
7. Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969.
8. *Винер Н.* Кибернетика или управление и связь в живом и машине. М.: Сов. радио, 1968.
9. *Никаноров С. П.* Системный анализ: этап развития методологии решения проблем в США.— В кн.: *Олгнер С.* Системный анализ

для решения деловых и промышленных проблем. М.: Сов. радио, 1969.

10. *Альгшулер Г. С.* Алгоритм изобретения. М.: Моск. рабочий, 1973.
11. *Гвишиани Д. М.* Организация и управление. М.: Наука, 1972.
12. *Слейгл Дж.* Искусственный интеллект. М.: Мир, 1973.
13. *Hoos J. R.* System analysis in public policy. Univ. Calif. Press, 1972.
14. *Хилсмен Р.* Стратегическая разведка и политические решения. М.: ИИ, 1957.
15. *Dean B. V.* Evaluating, selecting and controlling R and D projects. New York, Amer. Manag. Assoc., 1968.
16. *Simon H., Newell A.* Heuristic problem solving: the next advance in operations research.— Oper. Res., 1958, vol. 6, Jan.
17. *Онриер С.* Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. М.: Сов. радио, 1969.
18. *Форрестер Дж.* Антинитивное поведение сложных систем.— В кн.: Современные проблемы кибернетики. М.: Знание, 1977, вып. 7.
19. *Christakis A.* A new policy science paradigm.— Futures, 1973, Dec.
20. *Schlesinger J. R.* Quantitative analysis and national security.— World Politics, 1963, vol. XV, № 2.
21. *Leontief W.* Theoretical Assumptions and nonobserved facts.— Amer. Econ. Rev., 1971, March.

#### Глава IV. Системный анализ

1. *Квейд Э.* Методы системного анализа.— В кн.: Новое в теории и практике управления производством в США. М.: Прогресс, 1971.
2. *Enthoven A.* The systems analysis approach.— In: Program budgeting and benefit — cost analysis. Pacif. Palisades, Calif., Coodycar Publ. Co., 1969.
3. *Schlesinger J. R.* Quantitative analysis and national security.— World Politics, 1963, vol. XV, N 2.
4. Program budgeting/Ed. D. Novick. Harward Univ. Press, 1965.
5. *Hoos J. R.* System analysis in public policy. Univ. Calif. Press, 1972.
6. *Массе П.* Критерии и методы оптимального определения капиталовложений. М.: Статистика, 1970.
7. *Самуэльсон П.* Экономика. М.: Прогресс, 1964.
8. *Churchman C. W.* The systems approach. New York, Dell Publ. Co., 1968.
9. Анализ сложных систем/Под ред. Э. Квейда. М.: Сов. радио, 1969.
10. *Хитч Ч.* Руководство обороной. М.: Сов. радио, 1968.
11. *Dean B., Roepske L.* Cost effectiveness in R and D organizational resource allocation — IEEE Trans. Eng. Manag., 1969, vol. EM-10, N 4.
12. *Heuston M. C., Ogawa G.* Observations on the theoretic basis of cost-effectiveness.— Oper. Res., 1966, vol. 14, N 2.
13. *Fisher G.* The role of cost — utility analysis in program budgeting.— In: Program analysis and the federal budget/Ed. D. Novick. Harward Univ. Press, 1965.

14. The analysis and evaluation of public expenditures: the PPB System. Washington, US Government Printing Office, 1969.
15. Руководство по системе «Планирование — программирование — разработка бюджета». — В кн.: Новое в теории и практике управления производством в США/Под ред. Б. Э. Мильнера. М.: Прогресс, 1971.
16. *Shuman J.* Mathematical model building and public policy: the game some bureaucrats play. — Technol. Forecast. and Social Change, 1976, N 9.

## Глава V. Методы многокритериальной оценки альтернатив

1. *Slovic P., Fischhoff B., Lichtenstein S.* Behavioral decision theory. — Ann. Psychol. Rev., 1977, vol. 28.
2. *McGrimmon K. P.* An overview of multiple objective decision making. — In: Multiple criteria decision making/Ed. J. Cochrane. M. Zeleny. Columbia, Univ. South Carolina Press, 1973.
3. *Ядов В. Л.* Социологическое обследование. М.: Наука, 1972.
4. *Huber G. P.* Multi-attribute utility models: a review of field and field-like studies. — Manag. Sci. 1974, vol. 20.
5. *Fishburn P. C.* Utility theory. — Manag. Sci., 1968, vol. 14.
6. *Winterfeldt D. von.* An overview, integration and evaluation of utility theory for decision analysis. Los Angeles, Social Sci. Res. Inst. Univ. South Calif. Rept. 75—9. 1975.
7. *Tversky A.* Elimination by aspects: A theory of choice. — Psychol. Rev. 1972, vol. 79.
8. *Fishburn P. C.* Lexicographic orders, utilities and decision rules: a survey. — Manag. Sci., 1974, vol. 20, N 11.
9. Proceedings of Sixth Research Conference on Subjective Probability, Utility and Decision Making. Warsaw, 1977.
10. *Муркин Б. Г.* Проблема группового выбора. М.: Наука, 1974.
11. *Емельянов С. В., Нанпельбаум Э. Л.* Методы исследования сложных систем. Логика рационального выбора. М.: ВИНТИ, 1977.
12. *De Montgolfier J., Bertier P.* Approche multicritere des problemes de decision. Sureshes. Ed. Hommes et Techn., 1978.
13. *Моррис У. Т.* Наука об управлении (байесовый подход). М.: Мир, 1971.
14. *Slovic P., Lichtenstein S.* Comparison of Bayesian and regression approaches to the study of information processing in judgement. — Organizational behavior and human performance. 1971, vol. 6.
15. *Fishburn P. C.* Utility for decision making. New York, Wiley, 1970.
16. *Keeney R., Raiffa H.* Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs. New York, Wiley, 1976.
17. *Нейман Дж. фон, Моргенштерн О.* Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970
18. *Раифа Г.* Анализ решений. М.: Наука, 1977.
19. *Fishburn P., Keeney R.* Seven independence concepts and continuous multiattribute rebility functions. — J. Math. Psychol., 1974, vol. 11.
20. *Winterfeldt D. von, Fisher G.* Multi-attribute utility theory: models and assesment procedures. — In: Utility probability and human decision making/Ed. D. Wendt, C. A. Vlek. Reidel Publ. Co., 1975.



21. *Keeney R. L.* Multiplicative utility functions.— *Oper. Res.*, 1974, vol. 22.
22. *Keeney R. L.* Energy policy and value tradeoffs. IASA Res. Memor. RM—75—76, 1975.
23. *Humphreys P.* Application of multi attribute utility theory.— In: *Jungermann H., Zeenw G. de.* Decision making and Change in human affairs. Reidel Publ Co, 1977.
24. *Slovic P., Tversky A.* Who accepts Savage's axiom? — *Behav. Sci.*, 1974, vol. 19.
25. *McCrimmon K. R., Wehning D. A.* Trade-off analysis: indifference and preferred proportion. Workshop on Decision Making with Multiple Conflicting Objectives, IASA. Laxenburg, 1975.
26. *McCrimmon K. R., Sin J. K.* Making trade-offs.— *Decision Sci.*, 1974, N 5.
27. *Edwards W.* How to use multi attribute utility measurement for social decisionmaking.— *IEEE Trans. Syst., Man, and Cybern.*, May 1977, vol. SMC—7, N 5.
28. *Keeney R. L.* Multiattribute utility analysis: a brief survey.— IASA Res. Mem., RM—75—43, 1975.
29. *Борисов В. И.* Векторная оптимизация систем.— В кн.: Исследование систем. М.: ВШИИТИ. 1971.
30. *Салуквадзе М. Е.* Задачи векторной оптимизации в теории управления. Тбилиси: Мецниереба. 1975.
31. *Чернов Г., Мозес Л.* Элементарная теория статистических решений. М.: Сов. радио. 1962.
32. *Terry H.* Comparative evaluation of performance using multiple criteria.— *Manag. Sci.*, 1963, vol 9, N 3
33. *Irving R. H., Love S. F.* Evaluation and choice — an engineering approach.— *Eng. Digest.* 1975, N 6.
34. *Klee A. J.* The role of decision models in the evaluation of competing environmental health alternatives.— *Manag. Sci.*, 1971, vol. 18, N 2.
35. *Фишберн П. К.* Методы оценки аддитивных ценностей.— В кн.: Статистическое измерение качественных характеристик. М.: Статистика, 1972.
36. *Холл А.* Опыт методологии для системотехники. М.: Сов. радио, 1975.
37. *Экенроде Р. Т.* Взвешенные многомерные критерии.— В кн.: Статистическое измерение качественных характеристик. М.: Статистика, 1972.
38. *Найтенгейл М. Е.* Формальное определение ценности признаков.— В кн.: Статистическое измерение качественных характеристик. М.: Статистика, 1972.
39. *Thurstone L. L.* The measurement of values. Univ. Chicago Press, 1959.
40. *Фрумкина Р. М.* Прогноз в речевой деятельности. М.: Наука, 1974.
41. *Skolnick A.* A structure and scoring method for judging alternatives.— *IEEE Trans.*, 1969, vol. EM—16, N 2.
42. *Steuer R.* A five phase procedure for implementing a vector-maximum algorithm for multiple objective linear programming problems.— In: *Thiriez H., Zionts S.* Multiple criteria decision making. Berlin, Springer-Verl., 1976.
43. *Интема Д., Длем Л.* Оценка многомерных ситуаций с помощью ЦВМ.— *Зарубежная электроника*, 1967, № 2.

44. *Edwards W.* How to use multiattribute utility measurement for social decision making. *Social Sci. Res. Inst. Univ. South Calif., Res. Rept* 76-3, 1976.
45. *Tversky A.* Intransitivity of preferences.— *Psychol. Rev.*, 1969, vol 76, N 1.
46. *Шанот Д. В.* О построении критериев качества технических объектов.— *Известия АН СССР. Техническая кибернетика*, 1971, № 6.
47. *Кожухаров А. П., Ларичев О. И.* Многокритерияльная задача о назначениях.— *Автоматика и телемеханика*, 1977, № 7.
48. *Roy B.* Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE).— *Rev. Franc. Inform. et Rech. Opérat.*, 1968, vol. 2, N 8.
49. *Buffet P., Gremy J., Marc M., Sussmann B.* Peut on choisir en tenant compte de critères multiples?: une méthode (ELECTRE) et trois applications.— *METRA*, 1967, vol. 6, N 2.
50. *Roy B., Bertier P.* La méthode ELECTRE II (une méthode de classement en présence de critères multiples). *SEMA*, Note de travail, April 1971, N 442.
51. *Roy B.* ELECTRE III: un algorithme de classements fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples.— *SEMA. Rapport de recherche* N 81, June 1977.
52. *Гафт М. Г., Ларичев О. И., Озерной В. М.* Метод принятия решений о выборе наиболее предпочтительных вариантов проекта сложной системы.— *Приборы и системы управления*, 1973, № 6.
53. *Емельянов С. В., Озерной В. М., Ларичев О. И.* и др. Выбор рациональных вариантов технологических схем шахт с учетом большого числа критериев.— *Горн. журн.*, 1972, № 5.
54. *Zadeh L. A.* A fuzzy-algorithmic approach to the definition of complex or imprecise concepts.— *Intern. J. Man-Machine Stud.*, 1976, vol. 8.
55. *Tergny J.* Problems de coherence de choix multicritères.— *Note de travail* N 81, *SEMA*, 1968.
56. *Айзерман М. А., Завалишин П. В., Пятницкий Е. С.* Глобальные функции множеств в теории выбора альтернатив. I, II.— *Автоматика и телемеханика*. 1977, № 3, 5.
57. *Ларичев О. И.* Человечно-машинные процедуры принятия решений (Обзор).— *Автоматика и телемеханика*. 1971, № 12.
58. *Monarchi D., Weber J., Duckstein L.* An interactive multiple objective decision making aid using nonlinear goal programming.— *2nd Eur. Congr. Oper. Res. Preprints*. Stockholm, North-Holland Publ. Co., 1976.
59. *Бедельбаев А. А., Дубов Ю. А., Шмутьян Б. Л.* Адаптивные процедуры принятия решений в многокритериальных задачах.— *Автоматика и телемеханика*, 1976, № 1.
60. *Красненкер А. С.* Метод локальных улучшений в задаче векторной оптимизации.— *Автоматика и телемеханика*, 1975, № 3.
61. *Бенайюн Р., Ларичев О. И., Монгольфье Ж. де, Терри Ж.* Линейное программирование со многими критериями качества. Метод ограничений.— *Автоматика и телемеханика*, 1971, № 8.
62. *Dyer J.* An empirical investigation of a man-machine interactive approach to the solution of the multiple criteria problem in: *Mul-*

multiple Criteria Decision Making/Ed. J. Cochrane, M. Zeleny Columbia, Univ. South Caroline Press, 1973.

63. Джоффруон А., Дайер Дж., Файнберг А. Решение задач оптимизации при многих критериях на основе человеко-машинных процедур — В кн.: Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976
64. Zionts S. Wallenius J. An interactive programming method for solving the multiple criteria problem.— *Manag. Sci.*, 1976, vol. 22, N 6.
65. Belenson S. M., Kapur K. C. An algorithm for solving multicriterion linear programming problems with examples.— *Oper. Res. Quart.*, 1973, vol. 24, N 1.
66. Benayoun R., De Montgolfier J., Tergny J., Larichev O. Linear programming with multiple objective functions: step method (STEM).— *Math. Program.*, 1971, vol. 1, N 3.
67. Benayoun R., Terguy J. Critère multiples en programmation mathématique: une solution dans le cas linéaire.— *Rev. Franc. Inform. et Rech. Opérat.*, 1969, vol. 3, N V--2.
68. Benayoun R., Decostre S., Leyrat P. Gestion previsionnelle des cadres.— *Rapp.*, 1969, N 35, SEMA.
69. Wallenius J. Comparative evaluation of some interactive approaches to multicriterion optimization.— *Manag. Sci.*, 1975, vol. 21, N 12.
70. Hemming T. New method for interactive multiobjective optimization: a boundary point ranking method.— In: Multiple criteria decision making/Ed. H. Thiriez, S. Zionts. Springer Verl., 1976.
71. Savir D. Multiobjective linear programming.— *Oper. Res. Center Univ. Calif., Berkely, ORC-66-21*, Nov. 1966.

## Глава VI. Что может и чего не может человек в задачах принятия решений

1. Von Winterfeldt D. An overview, integration and evaluation of utility theory for decision analysis. *Social Sci. Res. Inst. Univ. South Calif.*, Rept. 75-9, 1975.
2. Фрумкина Р. М. Прогноз в речевой деятельности. М.: Наука, 1974.
3. Slovic P., Fischhoff B., Lichtenstein S. Behavioral decision theory.— *Annu. Psychol. Rev.*, 1977, vol. 28.
4. Tversky A., Kahneman D. Judgment under uncertainty: heuristics and biases.— *Science*, 1974, N 185.
5. Fischhoff B., Beyth R. I knew it would happen—remembered probabilities of once-future things.— *Organizat. Behav. and Human Perform.*, 1975, vol. 13.
6. Slovic P. Psychological study of human judgment: implications for investment decision making.— *J. Finance*, 1972, vol. 27, N 4.
7. Murphy A. Decision-making models in the cost-loss ratio situation and measures of the value of probability forecasts.— *Month. Weather Rev.*, 1976, vol. 104, N 8.
8. Murphy A., Winkler R. Can weather forecasters formulate reliable probability forecasts of precipitation and temperatures.— *Nat. Weather Digest*, 1977, vol. 2, N 2.
9. Tversky A. On the elicitation of preferences: descriptive and pres-

- criptive considerations.— In: *Conflicting objectives in decisions*/Ed. D. Bell, R. Keeney, H. Raiffa. New York, J. Willey and Sons, 1977.
10. *Hall W.* Why risk analysis is not working.— *Long-Range Plann.* 1975, vol. 8, N 6.
  11. *Torgerson W. S.* Theory and methods of scaling N. Y.: Wiley, 1958.
  12. *Dolbear F. T., Lave L. B.* Inconsistent behavior in lottery choice experiments.— *Behav. Sci.*, 1967, vol. 12, N 1.
  13. *Slovic P., Lichtenstein S.* Comparison of Bayesian and regression approaches to the study of information processing in judgment.— *Organizat. Behav. and Human Perform.*, 1971, vol. 6.
  14. *Slovic P., Fleissner D., Bauman W.* Analyzing the use of information in investment decision making: a methodological proposal.— *J. Business*, 1972, vol. 45.
  15. *Knox R. E., Hoffman P. J.* Effects of variation of profile format on intelligence and sociability judgments.— *J. Appl. Psychol.* 1962, vol. 46.
  16. *Slovic P., McPhillamy D.* Dimensional commensurability and cue utilization in comparative judgment.— *Organizat. Behav. and Human Perform.*, 1974, vol. 11.
  17. *Marschak J.* Decision making: economic aspects. *Intern. Encyclop. Social Sci.* New York, Crowell, Collier, Macmillan, 1968, vol. 4.
  18. *Hoffman P., Slovic P., Rorer L.* An analysis-of-variance model for the assesment of configural cue utilization in clinical judgment.— *Psychol. Bull.* 1968, vol. 69.
  19. *Hogarth R. M.* Process tracing in clinical judgment.— *Behav. Sci.*, 1974, vol. 19.
  20. *Simon H. A.* Administrative behavior, N. Y.: Wiley, 1960.
  21. *Taylor R. N.* Psychological aspects of planning.— *Long-Range Plann.*, 1976, vol. 9, N 2.
  22. *Миллер Дж., Галантер Е., Прибрам К.* Планы и структура поведения. М.: Прогресс, 1965.
  23. *Tversky A.* Elimination by aspects: A theory of choice.— *Psychol. Rev.*, 1972, vol. 79
  24. *Tversky A.* Choice by elimination — *J. Math. Psychol.*, 1972, vol. 9.
  25. *Tversky A.* Intransitivity of preferences.— *Psychol. Rev.*, 1969, vol. 76, N 1.
  26. *Davis J. M.* The transitivity of preferences — *Behav. Sci.*, 1958, vol. 3.
  27. *Вейтцель Е. С.* Выступление в дискуссии на симпозиуме «Исследование операций и анализ развития науки». — В кн.: Исследование операций: Методологические аспекты. М.: Наука, 1972.
  28. *Heuston M. C., Ogawa G.* Observations on the theoretic basis of cost-effectiveness.— *Oper. Res.*, 1966, vol. 14, N 2.
  29. *Freimer M., Simon L. S.* The evaluation of potential new product alternatives.— *Manag Sci.*, 1967, vol. 13, N 6.
  30. *Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г.* Экспертные оценки. М.: Наука, 1973.
  31. *Мартино Дж.* Технологическое прогнозирование. М.: Прогресс, 1977.
  32. *Duval A., Fontela E., Gabus A.* Cross-impact analysis: a handbook on concepts and applications. Columbus, A Battelle Monogr., June 1975, N 9.

33. *Sackman H.* Delphi assessment: expert opinion, forecasting, and group process, RAND Corp., R-1283-PR, April, 1974.
34. *McLean M.* Does cross-impact analysis have a future?— *Futures*, 1976, vol. 8, N 4.
35. *Линдсей П., Норман Д.* Переработка информации у человека. М.: Мир, 1974.
36. *Миллер Г.* Матричное число семь плюс или минус два.— В кн.: Инженерная психология. М.: Прогресс, 1964.
37. *Клауки Р.* Память человека, структуры и процессы. М.: Мир, 1970.
38. *Саймон Г.* Науки об искусственном. М.: Мир, 1972.
39. *Slovic P.* Choice between equally valued alternatives.— *J. Exp. Psychol.* 1975, vol. 1, N 3.
40. *Bertier P., Bourroche J.-M.* Analyse des données multidimensionnelles. Paris, Press Univ. France, 1975.
41. *Айвазян С. А., Бержаева З. И., Староверов О. В.* Классификация многомерных наблюдений М.: Статистика, 1974.
42. *Rivett P.* The dog that did not bark.— *Eng. Econ.*, 1977, vol. 22, N 4.
43. *Sackman H.* Delphi assessment: expert opinion, forecasting, and group process. RAND Corp., R-1283-PR, April 1974.
44. *Райфа Г.* Анализ решений. М.: Наука, 1977.
45. *Keeney R. L.* Energy policy and value tradeoffs. IASA Res. Mem., RM-75-76, 1975.
46. *Rappoport An.* Strategy and conscience. N. Y.: Schocken Books, 1964.

#### Глава VII. Новая группа методов оценки и сравнения многокритериальных альтернатив

1. *Линдсей П., Норман Д.* Переработка информации у человека. М.: Мир, 1974.
2. *Tversky A.* Intransitivity of preferences.— *Psychol. Rev.*, 1963, vol. 76, N 1.
3. *Slovic P., Tversky A.* Who accepts Sawage's axiom?— *Behav. Sci.*, 1974, vol. 19.
4. *Keeney R. L.* Energy policy and value tradeoffs. IASA Res. Mem., RM-75-76, 1975.
5. *Ларичев О. И.* Системный анализ: проблемы и перспективы.— *Автоматика и телемеханика*, 1975, № 2.
6. *Филиппов В. А.* и др. Проблемы методологии планирования научных исследований и разработок.— В кн.: Перспективное планирование научных исследований и разработок. М.: Наука, 1974.
7. *Hoffman P., Slovic P., Rorer L.* An analysis-of-variance model for the assessment of configural cue utilization in clinical judgment.— *Psychol. Bull.*, 1968, vol. 69.
8. *Bertier P., Bourroche J. M.* Analyse des donnees multidimensionnelles. Paris, Press Univ. France, 1975.
9. *Терехина А. Ю.* Методы многомерного шкалирования и визуализации данных: (Обзор).— *Автоматика и телемеханика*, 1973, № 7.
10. *Ларичев О. И.* и др. Методы иерархических схем в программно-целевом планировании научных исследований. М., 1978.
11. *Ларичев О. И.* и др. Проблемы выявления предпочтений лиц,

принимающих решения при двоичных оценках альтернатив и бинарных оценках на шкалах критериев.— В кн.: Многокритериальный выбор в слабоструктуризованных проблемах. М., ВНИИСИ, 1978.

12. Ларичев О. И., Зуев Ю. А., Гнеденко Л. С. Метод построения классификации проектов проведения прикладных научных исследований и разработок.— В кн.: Перспективное планирование научных исследований и разработок. М.: Наука, 1974.
13. Ларичев О. И., Зуев Ю. А., Гнеденко Л. С. Метод ЗАПРОС (Замкнутые Процедуры у Опорных Ситуаций) анализа вариантов сложных решений.— В кн.: Многокритериальный выбор в слабоструктуризованных проблемах. М.: ВНИИСИ, 1978.
14. Кожухаров А. И., Ларичев О. И. Многокритериальная задача о назначениях.— Автоматика и телемеханика, 1977, № 7.
15. Ларичев О. И., Терехина А. Ю., Павельев В. В. Метод организации работы коллективного органа, принимающего решения.— В кн.: Перспективное планирование научных исследований и разработок. М.: Наука, 1974.

#### **Глава VIII. Конкретные ситуации применения методов или искусство анализа проблем**

1. Бойченко В. С., Ларичев О. И., Мошковиц Е. М. Методы программно-целевого планирования научных исследований: Критический анализ.— Автоматика и телемеханика, 1977, № 11.
2. Янг Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. М., Прогресс, 1974.
3. Терехина А. Ю. Методы многомерного шкалирования и визуализации данных: (Обзор).— Автоматика и телемеханика, 1973, № 7.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

От редактора . . . . .	3
Введение . . . . .	5
<b>Глава I. Выбор в сложных ситуациях и трудности его осуществления . . . . .</b>	<b>10</b>
Проблемы уникального выбора . . . . .	10
Трудность проблем уникального выбора . . . . .	12
Организационные системы решения проблем выбора . . . . .	14
Диалог автора с неизвестным лицом, принимающим решения . . . . .	16
<b>Глава II. Консультанты и методы их работы . . . . .</b>	<b>19</b>
Консультативные организации . . . . .	19
Некоторые характерные черты в работе консультативных фирм . . . . .	21
Диалог автора с неизвестным лицом, принимающим решения . . . . .	25
<b>Глава III. Общие подходы и рациональные процедуры в проблемах выбора . . . . .</b>	<b>28</b>
Системный подход . . . . .	28
Информационные системы для организационного управления . . . . .	34
Математические модели . . . . .	38
Диалог автора с неизвестным консультантом . . . . .	44
<b>Глава IV. Системный подход . . . . .</b>	<b>48</b>
Основная направленность . . . . .	48
Метод стоимость — эффективность . . . . .	51
Критический анализ метода стоимость — эффективность . . . . .	54
Метод стоимость — эффективность и система ППБ . . . . .	56
Диалог автора с неизвестным лицом, принимающим решения . . . . .	60

<b>Глава V. Методы многокритеральной оценки альтернатив</b>	<b>62</b>
Краткое описание для лиц, принимающих решения . . . . .	62
Общие проблемы рассмотрения методов оценки многокритериальных альтернатив . . . . .	64
Аксиоматические методы . . . . .	69
Прямые методы . . . . .	78
Методы компенсации . . . . .	88
Методы порогов несравнимости . . . . .	94
Человеко-машинные процедуры принятия решений . . . . .	101
<b>Глава VI. Что может и чего не может человек в задачах принятия решений</b>	<b>110</b>
Некоторые рассуждения для лиц, принимающих решения . . . . .	110
Способы получения информации от ЛПР . . . . .	112
Возможности человека в обработке информации при принятии решений . . . . .	114
Получение информации от экспертов . . . . .	121
Гипотеза о глубинных причинах . . . . .	123
Общая оценка методов . . . . .	125
Диалог автора с неизвестным консультантом . . . . .	126
<b>Глава VII. Новая группа методов оценки и сравнения многокритериальных альтернатив</b>	<b>131</b>
Краткая характеристика для лиц, принимающих решения . . . . .	131
Границы возможностей лиц, принимающих решения . . . . .	132
Естественный язык выражения предпочтений . . . . .	134
Подход к описанию проблем принятия уникальных решений . . . . .	136
Требования к способам выявления предпочтений ЛПР . . . . .	139
Гипотезы о возможностях получения надежной информации и их проверка . . . . .	140
Работа с экспертами . . . . .	143
Роль ЭВМ . . . . .	144
Связь с анализом многомерных данных . . . . .	144
Этапы разработки методов принятия решений . . . . .	145
Примеры методов принятия решений . . . . .	148
Диалог автора с неизвестным консультантом . . . . .	167
Диалог автора с неизвестным ЛПР . . . . .	171



<b>Глава VIII. Конкретные ситуации применения методов или искусство анализа проблем . . . . .</b>	<b>173</b>
Об айсберге . . . . .	173
Планирование по заказам . . . . .	174
Целевое распределение ресурсов . . . . .	178
Основные этапы работы. Наука и искусство . . . . .	181
<b>Заключение . . . . .</b>	<b>186</b>
<b>Литература . . . . .</b>	<b>189</b>

**Олег Иванович Ларичев**

**НАУКА И ИСКУССТВО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Утверждено к печати редколлегией серии научно-популярных изданий Академии наук СССР

Редактор **О. А. Поляков**. Редактор издательства **Н. Б. Прокофьева**.  
Художник **Е. Н. Ускова**. Художественный редактор **И. В. Разина**.  
Технический редактор **Ф. М. Хенох**. Корректор **Л. И. Харитонова**

ИБ № 15353

Сдано в набор 11.01.79. Подписано в печати 04.06.79. Т-02792. Формат 84×108<sup>1/8</sup>. Бумага типографская № 2. Гарнитура обыкновенная. Печать высокая. Усл. печ. л. 10,5. Уч.-изд. л. 10,4. Тираж 25000 экз. Тип. зак. 403 Цена 49 коп.

Издательство «Наука», 117864 ГСП-7, Москва В-485, Профсоюзная ул., 90. 4-я типография издательства «Наука», 630077, Новосибирск, 77, ул. Ста-  
ниславского, 25.