

Учб. АИ ССР Техническая кибернетика  
№ 3, 1989

Аннотации статей, депонированных  
в ВИНТИ

УДК 519.816

Г. М. ВЕЛИМУХАМЕТОВА, С. Г. СИНЕЛЬНИКОВ

**УЧЕТ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА  
В ЗАДАЧАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

В статье приводится обзор литературы, посвященной оценке способностей людей в переработке и генерировании информации в задачах принятия решений. Рассматриваются основные психологические характеристики человека, оказывающие влияние на решение сложных задач (установки, особенности памяти, мотивы). Систематизированы различные оценки применения отдельных математических процедур принятия решений. Рассмотрены детерминированные задачи многокритериальной оптимизации (целостного и критериального выбора), стохастические задачи и процедуры группового выбора (экспертизы и методы голосования). С позиций теории психологических измерений рассмотрены формы получения от лица, принимающего решения (ЛПР), необходимой для выбора информации. Сопоставляются различные способы получения информации о предпочтениях ЛПР. Выделены методы, требующие нечисловой информации: парные сравнения, ранжирование, классификация, гиперупорядочение, векторы предпочтений, а также методы, требующие от ЛПР числовой информации: непосредственная численная оценка альтернатив, построение функций полезности, подходы к решению задач критериального выбора. Отдельно рассматриваются диалоговые и человеко-машинные процедуры принятия решений.

Москва

Поступила в редакцию  
27.II.1988

Статья полностью депонирована в ВИНТИ за № 4099-B88 от 26 мая 1988 г.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Редколлегия журнала  
"Известия АН СССР.  
Техническая кибернетика"

УДК 519.816:159.922

Г.М.Велимухаметова, С.Г.Синельников

Учет психологических особенностей  
человека в задачах принятия решений (обзор)

Москва, 1988

## В В Е Д Е Н И Е

Расширение масштабов и усложнение технических и социально-экономических систем, требующих целенаправленного управления привели к необходимости разработки научных методов, позволяющих облегчить выбор решения в сложных ситуациях. Использование математических моделей часто позволяет избежать серьезных просчетов, возникающих в тех случаях, когда решения принимаются лишь на основе здравого смысла и интуиции лиц, принимающих решения (ЛПР). Эти обстоятельства обусловили бурное развитие математического направления в теории принятия решений, разработку различного рода систем поддержки выбора решений, человеко-машинных, диалоговых процедур и т.д. Однако, многие из этих методов, несмотря на безупречное формальное обоснование, приводят к неверным результатам, являются непригодными для практического применения. По мнению специалистов /3,8,11,17,18 и др./ такое положение вызвано тем, что игнорируются важнейшие психологические характеристики людей: возможности по переработке информации, особенности восприятия различных задач, мотивационные факторы и т.д. Как подчеркивается в работе /16/, утвердившееся в теории принятия решений представление о человеке, как безошибочном измерителе полезностей, является неправомерным.

Большинство методов теории принятия решений предполагают настолько высокие требования к субъектам выбора, которые в сложных ситуациях человек практически не в состоянии выполнить. Поэтому одной из актуальных проблем является

разработка таких методов выявления человеческих предпочтений, которые не искажают сами предпочтения и позволяют в достаточно полной мере использовать знания, опыт и квалификацию лиц, принимающих решения. Поэтому большое значение для дальнейшего развития теории принятия решений имеет изучение субъектов управления и психологических характеристик, определяющих в конечном счете их выбор.

К настоящему времени установлено, что в процессе принятия решений люди используют не копию окружающей среды, а её активную схему, определяющуюся как внешними условиями, так и субъективными представлениями о них /4,37/. Иными словами, при решении проблемы человек формирует в своем сознании модель реальной ситуации и учитывает в ней лишь те свойства, которые кажутся ему достаточно важными. Поэтому форма, в которой протекает процесс мышления у принимающего решения, а в конечном счете и само решение определяется в первую очередь психологическими особенностями человека. В данной работе приводится обзор литературы, посвященной этим вопросам.

### I. Психологические факторы в процессах принятия решений

Следующие психологические характеристики оказывают наиболее важное влияние практически на все этапы решения сложных задач:

I.I. Установка. Установкой называют в психологии готовность, предрасположенность субъекта к определенным действиям перед актом поведения. В основном установка определяется прошлым опытом индивида. Но она не является лишь эффектом памяти, это совершенно особое психологическое сос-

тояние. Огромное значение при принятии решений имеют социальные установки (аттитюды) - ориентация субъектов как членов группы на те или иные ценности или на определенные социально допустимые способы поведения. Так, например многие критерии выбора решений используются человеком бессознательно, носят установочный характер. Установки могут привести к положительному эффекту в деятельности индивида, например, они избавляют от необходимости разрабатывать каждый раз решение для стандартных, типичных ситуаций. Но, в других случаях установки часто оказывают негативное влияние, обуславливают инертность мышления и конформизм. Как влияет установка ЛПР на процесс принятия решения? Психологи выделяют несколько типов установок /42/. Во-первых, существуют смысловые установки, которые определяют отношение человека к объектам выбора. Они всегда имеют личностный характер. Например, разные люди по-разному понимают, что такое хорошее решение, поэтому тот образ, к которому нужно стремиться, является для них субъективным, зависит от характера, взглядов, вкусов и т.д. Смысловые установки представляют собой социальные, субъективно усвоенные установки, т.е. то, каким образом совокупность принятых в обществе ценностей, норм поведения отражается в человеческом сознании.

Другим типом являются операциональные установки. Они выражают отношение человека к способу деятельности при решении задачи и ориентированы в основном на прошлый опыт поведения в подобных ситуациях. Именно операциональные установки обуславливают стереотипность мышления и препятствуют появлению новых подходов.

Выделяют также целевые установки, отражающие направленность человека на достижение определенной цели.

1.2. Память. Память играет большую роль при принятии решений, т.к. именно в ней происходят все процессы переработки информации. В работах /2,51/ отмечается, что память является двухкомпонентной системой, состоящей из кратковременного и долговременного хранилищ (КВХ и ДВХ). Значение этих компонентов неодинаково на различных этапах принятия решений, среди которых выделяют следующие /10/:

1) Создание субъективного представления о задаче. На этом этапе информация поступает через органы чувств сначала в КВХ на некоторое время, а затем может либо исчезнуть, либо скопироваться в ДВХ. Важным аспектом воздействия на процессы переноса информации является внимание. С помощью внимания осуществляется сокращение информации, отбирается лишь значимая для субъекта её часть. Поступление информации из органов чувств в КВХ может управляться вниманием различными способами. Во-первых, переносится информация, подобная той, которая уже есть в КВХ. Во-вторых, поступающая информация соотносится с похожей, извлекаемой из ДВХ, и чем выше будет степень соотнесения, тем с большей вероятностью произойдет перенос этой информации в КВХ. И, в-третьих, в КВХ практически всегда попадает информация, связанная с внезапными изменениями условий. Образ задачи, сформированный в КВХ содержит не только результаты процессов внимания, но и некоторую информацию из ДВХ: контексты, ассоциации и т.п. Исследования структуры КВХ показали, что его емкость составляет  $7 \pm 2$  единиц информации /51/, а слуховой или вербальный

след стирается в течении примерно 30 секунд /2/. Если количество информации в задаче превосходит структурные характеристики КВХ, то для запоминания используется ДВХ. Существует несколько типов управления переносом из КВХ в ДВХ.

а) Стратегии повторения. Некоторые элементы информации смогут постоянно восстанавливаться субъектом в КВХ. Чем больше время пребывания информации в КВХ, с тем более высокой вероятностью она скопируется в ДВХ.

б) Стратегии кодирования. Кодирование представляет собой дополнение информации, имеющейся в КВХ, информацией, выбранной в ДВХ, опирающейся на сильные и устойчивые ассоциации.

в) Стратегии разбиения запоминаемой информации на блоки, группировки и т.д.

В итоге можно сделать вывод, что процесс создания человеком полного образа задачи будет определяться тем, каким образом отобрана значимая для решения информация и как осуществлен её перенос (непосредственно или в частично переработанном виде) в систему памяти.

2) Второй этап принятия решений связан с формированием множества альтернатив и их оценкой. Значение памяти на этом этапе состоит в поиске и извлечении из ДВХ необходимой информации, связанной с разработкой вариантов решений, прогнозом последствий и определением их полезности для ЛПР. Установлено /2/, что информация "записывается" в системе памяти в виде двух видов кодов - перцептивных и концептуальных. Предполагается, что коды могут иметь несколько копий, обладающих различной силой. Поступление новой информации ведет

к образованию устойчивых связей между определенными копиями и в памяти формируется новая структура, соответствующая событию, знанию и т.п. Каким образом происходит поиск и извлечение информации из ДВХ? Вначале субъект выбирает стратегию поиска, затем производится отбор пробной информации, которая помещается в КВХ. Здесь же принимается решение о продолжении поиска и отбирается другая пробная информация или о его прекращении. Стратегии поиска различаются по степени структуризованности от случайного до полностью упорядоченного. Очевидно, что для принятия хорошего решения ЛПР необходимо извлечь всю существенную информацию, относящуюся не только к данной задаче, но и к прошлому опыту. Считается /31/, что субъект использовал всю имеющуюся у него информацию для выработки решения, сам он достиг устойчивости своих суждений. Если мнения ЛПР по каким-либо аспектам проблемы изменчивы, то это означает либо неправильный поиск необходимой информации в ДВХ, либо её отсутствие.

3) Выбор решения осуществляется непосредственно в КВХ. Если сформировано много вариантов решений, или они сравниваются сразу по многим критериям, то часть информации, вследствие ограниченной емкости КВХ, не используется. Тогда ЛПР вынужден применять различного рода эвристики, упрощенные подходы к решению, чтобы приспособиться к задаче. В подобных ситуациях необходимо проведение этапа содержательного анализа задачи - выяснение похожести альтернатив, группировка элементов по блокам, иерархизация. Лучшее понимание структуры задачи может быть достигнуто также в том случае, когда ЛПР использует не одну, а последовательно несколько упрощающих эвристик.



Если решаемая проблема описывается в виде задачи многокритериального выбора, т.е. формируется совокупность оценок альтернатив по многим критериям, то важное значение для нахождения решения имеет вид предъявляемых оценок. В работе /46/ описывается следующий эксперимент: нескольким испытуемым предъявлялась информация об оценках  $N$  альтернатив по  $P$  критериям в виде: а) матрицы  $N \times P$ ; б) на отдельной странице выписывалась каждая альтернатива со всеми оценками; в) на отдельной странице выписывались оценки всех альтернатив по каждому критерию. Поведение людей в этих трех ситуациях было различным.

1.3. Мотивы. Данное психологическое понятие имеет несколько значений /34/. Мотивом называют: 1) побуждение к деятельности, связанное с удовлетворением потребностей субъекта; 2) предмет, побуждающий субъекта к определенной деятельности; 3) осознаваемая причина, лежащая в основе выбора действий субъекта.

В зарубежной психологии уделялось большое внимание исследованию мотивов, как побуждающих сил детерминирующих поведение человека. В работе /43/ проводится обзор взглядов сторонников одного из наиболее влиятельных направлений зарубежной психологии - психоанализа. Основные положения психоанализа были разработаны известным австрийским психологом З.Фрейдом, который выдвинул концепцию бессознательной мотивации человеческой деятельности. Фрейд полагал, что все формы психической деятельности субъекта детерминируются борьбой между подавляемыми бессознательными влечениями и наложенными на них табу ("сверх-я"). "Сверх-я" по Фрейду проявляется в виде совести, которая формируется у индивида

под влиянием родителей и социальной среды в детстве. Последователи Фрейда отходят от его основного положения о биологически инстинктивной направленности психической деятельности. Так, американский психолог К.Хорни мотивирует природу и поступки субъекта борьбой двух стремлений: к безопасности и удовлетворению. Он указывает, что эти два эмоциональных начала полностью несовместимы между собой, поэтому бессознательные процессы намеренно игнорируются субъектом, который не заинтересован в том, чтобы сознавать их.

Другой американский ученый Э.Фромм перешел от Фрейдовского положения о биологически обусловленной мотивации к утверждению, что мотивация субъекта насильственно навязывается ему капиталистическим обществом, порождая чувства одиночества, тревоги и т.д. Избавиться от отчужденности можно путем "воссоединения с помощью любви", т.е. гармонии бессознательного и рационального начал.

Основное отличие в трактовке бессознательного между Фрейдом и реформаторами психоанализа заключается в том, что Фрейд понимал под бессознательным комплекс врожденных инстинктов, а его последователи - определенные защитные механизмы в психике.

Советской психологической наукой разработана теория детерминированности человеческих мотивов условиями деятельности субъекта. Так, советский психолог Леонтьев /22/ полагает, что первоначальными мотивами человеческой деятельности выступают потребности. По мере удовлетворения первичных потребностей изменяются формы и методы деятельности людей, что приводит в свою очередь к появлению новых потребностей и побуждающих мотивов.

Кроме установки, памяти и мотивов существует много других психологических характеристик, оказывающих влияние на процессы принятия решений. Среди них можно выделить пластичность (умение приспособиться к задаче), оригинальность мышления, опыт, система представлений и интересов, эмоции, уровень самостоятельности, целеустремленность и т.д. Отмечается следующий факт /55/, что люди с внутренними стратегиями, т.е. убежденные, что успех или неудача полностью зависят от их личных свойств, более активны в поисках хорошего решения, лучше анализируют данные, более устойчивы в своих предпочтениях, чем люди с внешними стратегиями, которые уверены в том, что всё определяется внешними обстоятельствами.

## 2. Психологические аспекты применения математических процедур принятия решений

### 2.1. Детерминированные задачи многокритериальной оптимизации

#### 2.1.1. Математические постановки задач целостного и критериального выбора

Содержательные соображения позволяют выделить две постановки задач многокритериальной оптимизации.

В первой постановке ЛПР сравнивает непосредственно альтернативы из некоторого допустимого множества  $x \in G$  и выбирает из них наилучшую по его предпочтению  $R$ . Задачи подобного рода называются задачами целостного выбора. В общем случае задачу целостного выбора можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} x \rightarrow \text{opt} \\ x \in G \subset R^n \end{cases}$$

Примерами подобных постановок являются медицинская диагностика, потребительский выбор, планирование семьи, прием на работу и т.д. Общим для всех задач целостного выбора является тот факт, что ЛПР имеет полную информацию о вариантах решений и рассматривает отдельную альтернативу как единое целое. Каждой альтернативе может быть присвоен либо номер, либо условное название. Переход от непосредственного сравнения целостных объектов к сравнению по функциональным характеристикам может исказить представления ЛПР о них и, соответственно, изменить его предпочтения. Поэтому решения, принятые на основе целостного представления, могут не совпадать с решениями, принятыми на основе оптимизации критериев. Сравнение и оценка альтернатив производятся на основе критериев качества. Каждое допустимое решение  $x$  описывается вектором характеристик  $f(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x))$ . В ряде ситуаций некоторые параметры вектора  $x$  могут характеризовать требования, предъявляемые к решению, играть роль критериев его оценки, т.е. для некоторых  $i$ ,  $f_i(x) = x_i$ . В общем случае компоненты вектора критериев  $f(x)$  отражают цели выбора, характеризуют качество, эффективность решения, в то время как компоненты вектора  $x$  описывают параметры соответствующей альтернативы и не связаны непосредственно с предпочтительностью того или иного решения.

В этой постановке задача многокритериального выбора записывается следующим образом:

$$\begin{cases} f(x) \rightarrow \text{opt}, & f(x) \in Q \subset R^k \\ x \in G \subset R^n \end{cases}$$

Примерами задач подобного рода являются планирование производственной программы предприятия, где параметры плана характеризуются объемами выпуска различных видов продукции, а критерии его качества – набором планово-оценочных показателей; разработка целевых комплексных программ и т.д.

### 2.1.2. Роль ЛПР на различных этапах решения оптимизационных задач

Как указывалось выше, в решении сложных задач принятия решений, независимо от того, являются они задачами целостного или критериального выбора, можно выделить два основных этапа. На первом этапе формируется субъективное представление о задаче, определяются число и параметры альтернатив, их оценки по шкалам критериев. На втором этапе на основе сложившегося представления и предпочтений ЛПР осуществляется непосредственно выбор. Для ряда задач выделение этих этапов условно; процесс поиска наилучшего решения может проводиться в итеративном режиме, где каждая итерация включает как первый, так и второй этапы.

В задачах целостного выбора часто трудно разделить процессы формирования альтернатив и выбора наилучшей из них. Так, при использовании для выявления предпочтений ЛПР формализованных процедур выбора, например, процедуры попарных сравнений или количественной оценки альтернатив, представления о них ЛПР могут уточняться и изменяться. Для сложных ситуаций выбора "гештальт" (целостный образ) альтернативы имеет высокую степень субъективности, легко подвергается изменениям, его оценка ЛПР неустойчива. В связи с этим применение многих, безупречных с математической точки зрения

методов принятия решений во многих случаях приводит к ошибкам в выборе, нетранзитивности и т.д. Причина "плохой работы" данных методов может заключаться в том, что в них не учитываются психологические особенности ЛПР, который по-разному оценивает одну и ту же альтернативу в зависимости от наличия информации, сложности альтернативы, его опыта и мотивов и т.д. Разработка экспертных систем, о которых упоминается в работе /18/, представляет собой попытку построения "гештальтов" путем синтеза субъективных представлений многих опытных ЛПР. По-видимому, в сложных задачах принятия решений более или менее разумный выбор невозможен без уточнения представлений ЛПР об альтернативах. Поэтому необходимыми условиями применения различных процедур принятия решений должны являться, во-первых, возможность изменения представлений об альтернативах в процессе выбора и, во-вторых, проверка соответствия метода (принципа) выбора способу описания альтернатив, которые могут быть представлены гештальтом, набором признаков, вектором количественных характеристик и т.д.

В теории принятия решений выделяют также так называемые открытые задачи /8/, в которых множество альтернатив неизвестно и ЛПР должен сам определить его. Решение подобных задач часто основывается на стратегии достижения некоторого уровня реализации намеченных целей (уровня притязаний), который представляет собой решение, удовлетворяющее запросам ЛПР. Процесс формирования новых альтернатив заканчивается с нахождением такой альтернативы, которая для ЛПР не менее привлекательна, чем его уровень притязаний.

Решение задач критериального выбора также основано на построении образов альтернатив и их последующей оценке. Однако, в отличие от задач целостного выбора, общего представления о вариантах решения у ЛПР нет и не может быть. Поэтому указанные этапы процесса принятия решений здесь могут быть выделены более четко. На первом этапе выявляется набор критериев, характеризующих качество решения с точки зрения целей выбора, разрабатываются шкалы критериев, производится оценка альтернатив по шкалам критериев. Определение значений критериев для каждой альтернативы может осуществляться различными способами: путем проведения натуральных экспериментов, моделирования, экспертных оценок и т.п. Этот этап обычно выполняется группой специалистов-экспертов совместно или без участия ЛПР, т.к. ЛПР лишь в редких случаях располагает всей необходимой информацией.

Второй этап, на котором производится сравнение альтернатив и выбор наилучшей, предполагает выявление предпочтений ЛПР на множестве значений качественных характеристик альтернатив, формирование решающего правила и выбор соответствующего ему решения. Большинство разработанных к настоящему времени методов принятия решений направлено именно на выявление предпочтений ЛПР и построение решающего правила /5,7, 32,38/. Во многих из них неявно постулируется, что ЛПР может правильно выполнять любые, необходимые в рамках метода, операции по переработке информации. Между тем, многие исследования /45,48,52,56,57,58,60 и др./ показывают, что существуют определенные границы возможностей человека при решении сложных задач. Поэтому, любой метод, помимо проверки на

формальную безупречность, должен прежде всего оцениваться с точки зрения получения от человека непротиворечивой, надежной информации. В работах /19,20/ выделены следующие требования, которым должны удовлетворять методы принятия решений:

1) Способы получения информации должны соответствовать возможностям человека. При этом, желательно сохранять качественные понятия на всех этапах оценки альтернатив и формирования решающего правила.

2) Каждый метод должен предусматривать средства для выявления противоречий в ответах ЛПР и средства для их устранения.

3) В методе не должно быть допущений о виде решающего правила, не принадлежащих ЛПР. Процесс выбора наилучшей альтернативы должен полностью основываться на предпочтениях ЛПР.

4) Способ построения решающего правила должен быть математически обоснован.

### 2.1.3. Формы получения информации от ЛПР.

Выявление предпочтений ЛПР в рамках той или иной процедуры принятия решений предполагает получение от него определенной информации, которая может быть представлена различным образом, например, в виде чисел, отношений и т.д. Успешное решение задач, таким образом, во многом зависит от того, как ЛПР произвел измерения её отдельных элементов.

Вопросам теории психологических измерений посвящены многочисленные исследования /35,40/. Эти авторы выделяют три основных проблемы теории измерений:

1) Проблема представления. Она заключается в выборе



шкалы измерения. Допустим, нужно измерить некую эмпирическую систему  $U = (A, R_1, \dots, R_n)$ , где  $A$  - множество альтернатив, представленных либо как целостные объекты, либо в виде совокупностей оценок по критериям, а  $R_1, \dots, R_n$  - отношения между ними. Процесс измерения заключается в том, что устанавливается гомоморфное соответствие  $f$  между эмпирической системой с отношениями  $U$  и определенной числовой системой с отношениями  $V = (B, S_1, \dots, S_n)$ , где  $B$  - некоторое подмножество действительных чисел, а  $S_1, \dots, S_n$  - отношения порядка на нем. Тройка  $(U, V, f)$ , где  $U$  - эмпирическая система с отношениями,  $V$  - числовая система с отношениями,  $f$  - функция, гомоморфно отображающая  $U$  в  $V$ , называется шкалой.

2) Проблема единственности. Требуется установить, является ли выбранная числовая система единственным отображением эмпирической системы, а если нет, то каким образом можно перейти от данной числовой системы к другой, чтобы сохранилось гомоморфное соответствие эмпирической системе. Свойства единственности отображения определяют следующие типы шкал:

- Абсолютная шкала, где измерения определяются однозначно. Абсолютная шкала единственна с точностью до тождественного преобразования:  $\psi(x) = x$

- Шкала разностей, в которой допустимыми являются преобразования сдвига:  $\psi(x) = x + \beta$

- Шкала отношений определяется с точностью до преобразования подобия:  $\psi(x) = \alpha \cdot x, \alpha > 0$

- Шкала интервалов, где допустимыми являются линейные

преобразования:  $\varphi(x) = \alpha \cdot x + \beta$ ,  $\alpha > 0$

- Порядковые шкалы, которые определяются с точностью до любого монотонного преобразования;

- Шкалы гиперпорядка, в которых допустимыми являются гипермонотонные преобразования, т.е. преобразования, сохраняющие первую разность. Здесь для любых  $x, y, u, v$  из области определения  $\varphi(x) - \varphi(y) < \varphi(u) - \varphi(v)$  только когда  $x - y < u - v$

- Номинальные шкалы, в которых преобразования измерений должны обладать лишь свойством взаимной однозначности.

В работе /25/ все виды измерений делятся на качественные и количественные. К качественным относятся измерения в шкалах гиперпорядка, порядка и номинальных, а к количественным - измерения в шкалах интервалов, отношений, разностей и абсолютной. Подчеркивается, что для качественных измерений не имеют смысла операции сложения, умножения и др., применимые к объектам числовой природы, хотя их результаты также можно выразить с помощью чисел. Некоторые авторы /1/ полагают, что качественные шкалы должны включать более широкий диапазон данных, чем те, которые могут быть получены в шкалах гиперпорядка, порядка и номинальной. Объекты нечисловой природы могут описываться различными формальными конструкциями: графами, матрицами, множествами, бинарными отношениями и др. В работе /41/ выделены следующие типы "нечисловых" измерений: номинальные, ранговые, порядковые, кусочно-порядковые, выделенные, структурные. Свойства математических моделей должны в первую очередь определяться свойствами тех эм-

пирических систем, которые они описывают, поэтому с появлением новых объектов исследования возможно возникновение и других видов шкал.

3) Проблема адекватности. Требуется установить, какие операции с измерениями, полученными в различных шкалах, являются допустимыми. В работе /30/ предлагается пример, показывающий, что если измерения объектов производятся в баллах, то использование при их оценке среднего арифметического баллов является недопустимой операцией. В этом случае в качестве средней величины более правильно использовать медиану. Но в реальной практике социологических исследований почему-то чаще оперируют именно величиной среднего арифметического баллов, а не медианой. Одним из сложных аспектов проблемы адекватности является установление множества допустимых операций для совокупности бинарных отношений. В той же работе приводится способ построения среднего бинарного отношения, которое также представляет собой медиану.

Тип выбранной шкалы измерений во многом определяет успешную реализацию процедуры принятия решений. Так, например, результаты выбора могут изменяться в зависимости от того, что требуется от ЛПР в конечном счете: оценка полезности альтернатив, разбиение на классы или упорядочивание. В работе /8/ описывается эксперимент с лотереями, в котором предпочтения ЛПР менялись на противоположные при изменении вопроса: "Какая из лотерей лучше?" на просьбу: "Назначить продажную цену лотерей".

2.1.4. Способы получения информации от ЛПР  
в различных процедурах принятия решений

2.1.4.1. Методы, предполагающие получение от  
ЛПР нечисловой информации

1) Метод парных сравнений. Он заключается в том, что ЛПР последовательно предъявляются пары альтернатив, и на каждом этапе он должен выбрать более предпочтительную для него. Если все альтернативы сравнимы для ЛПР, а его предпочтения транзитивны, то результатом будет являться ранжирование альтернатив. В случае, когда не все альтернативы сравнимы между собой, ЛПР может достигнуть лишь их частичного упорядочения. Если при решении задачи разбиения альтернатив на классы выполняется условие транзитивности предпочтений ЛПР, то в итоге мы получим отношение эквивалентности, если предпочтения окажутся нетранзитивными, то результатом будет отношение толерантности.

Причина нетранзитивности предпочтений в задачах целостного выбора обычно заключается в том, что при сравнении объектов ЛПР может, принимая во внимание их различные свойства, не учесть некоторые из них, игнорировать часть важной для выбора информации. Ошибки ЛПР в задачах критериального выбора могут объясняться сложностью для него самого процесса сравнения альтернатив. Получены результаты /57/, что уже при трех-четырех критериях операция сравнения двух альтернатив является трудной для человека. Поэтому, если число критериев велико и нет содержательных соображений о способах сравнения альтернатив, лучше отказаться от метода парных сравнений и использовать какой-нибудь способ, более надежной с точки

зрения получения информации от ЛПР.

2) Ранжирование. Особенность этого метода состоит в том, что ЛПР предлагается сразу весь набор альтернатив, которые он должен упорядочить в соответствии со своими предпочтениями. Из-за ограниченной емкости кратковременной памяти у человека, задача становится слишком сложной для него при числе альтернатив больше, чем 10. Кроме непосредственного ранжирования альтернатив существует ряд методов, где ЛПР предлагается упорядочить по важности критерии. Эту операцию ЛПР выполняет намного лучше, так как ему легче сравнивать между собой отдельные свойства альтернатив, чем сами альтернативы, обладающие совокупностью свойств. В работе /21/ описывается эксперимент, в котором испытуемым предлагалось упорядочить семь критериев, имеющих по две градации на шкале качества. Результаты эксперимента оценены как положительные.

3) Классификация. Разбиение множества объектов на классы может осуществляться способом парных сравнений и прямым путем. Нетранзитивность предпочтений ЛПР в этом случае можно объяснить различными причинами. Если ЛПР приходится оперировать одновременно многими критериями, он просто исключает из рассмотрения некоторые из них, несущественные с его точки зрения. Нетранзитивность вызывается также употреблением лексикографических стратегий, пренебрежением малыми различиями в оценках важных критериев. В этом случае ЛПР, предпочитая альтернативу, которая намного лучше по неважному критерию альтернативе, имеющей немного лучшую оценку по важному критерию, после ряда предъявлений ему подобных пар при-

ходит к выводу, что альтернатива, выбранная им на последнем этапе хуже той, которая отвергнута на первом этапе именно в силу накопленной разницы в оценке по важному критерию. ЛПР попадает в "ловушку противоречивости" А.Тверского.

В работе /26/ предложен способ поиска и устранения противоречий в предпочтениях ЛПР для задач классификации. В нем предусматривается устранение "случайных" противоречий, обусловленных невнимательностью, утомлением и др., противоречий, которые вызваны сложностью задачи и неустойчивостью предпочтений. С помощью данного метода упорядочиваются альтернативы, сходные по качеству между собой настолько, что их можно отнести сразу к двум или более классам.

В задачах целостного выбора ЛПР без ошибок выполняет операцию разбиения альтернатив на классы, если он хорошо представляет себе содержательную интерпретацию, принципы разбиения. В работе /13/ исследованы условия, при которых в задачах отнесения многомерных альтернатив к различным классам решений эта операция выполняется ЛПР достаточно надежно (см.табл.1).

Таблица I

Количество оценок на шкалах критериев	Количество классов решений			
	2	3	4	5
2	7-8	6-7	5	2-3
3	5	2-3	2-3	2
4	2-3			

В клетках указано максимальное количество критериев, при котором ЛПР действовал без ошибок.

Существует много различных постановок задачи классификации: например, число классов не задается до решения, а выбирается ЛПР, результаты отнесения объектов к классам могут быть выражены с помощью вероятностей и т.д. В настоящее время для решения задач классификации наиболее разработанными являются статистические методы.

4) Гиперупорядочение. В этом методе от ЛПР требуется упорядочить не только сами альтернативы, но и их первые разности. Для успеха метода необходимо, чтобы ЛПР содержательно представлял себе и мог правильно оценивать разницу между альтернативами.

5) Векторы предпочтений. Метод заключается в том, что ЛПР предъявляется все множество альтернатив и для каждой из них он должен указать количество более или менее предпочтительных с его точки зрения альтернатив. Результатом будет являться вектор предпочтений ЛПР  $\Pi = (\Pi_1, \dots, \Pi_n)$ , где  $\Pi_i$  - число альтернатив, превосходящих альтернативу  $A_i$ . Данный метод очевидно является разновидностью метода парных сравнений, так как для расчета вектора предпочтений необходимо поочередно сравнивать каждую альтернативу со всеми остальными.

Развитие методов измерения объектов нечисловой природы связано с тем, что решение различных сложных проблем в настоящее время требует учета, а следовательно и оценки многих субъективных факторов, для чего количественные шкалы часто непригодны. Поэтому при проведении таких измерений лучше пользоваться надежными порядковыми или номинальными шкалами, чем ненадежными шкалами отношений или балльными.

## 2.1.4.2. Методы, предполагающие получение от ЛПР числовой информации

I) Непосредственная численная оценка альтернатив. Сущность данного метода заключается в том, что ЛПР должен каждой альтернативе  $A_i$  поставить в соответствие число  $f(a_i)$ , характеризующее её предпочтительность. Метод имеет несколько модификаций. Альтернативы могут оцениваться числами, которые кроме порядка указывают также степень предпочтительности одной альтернативы по отношению к другой, и в баллах. В случае, когда альтернатив много, может использоваться метод равноделения /33/, ЛПР предъявляются две альтернативы, наилучшая и наихудшая, и он должен указать третью, которая по его мнению находится на равном расстоянии между ними. Для задач классификации ЛПР предлагают пары альтернатив и он должен указать численную оценку степени их сходства или /33/ тройки альтернатив, из которых одна является "справочной" и ЛПР должен оценить во сколько раз одна альтернатива более похожа на "справочную", чем другая. Метод непосредственной численной оценки альтернатив применим лишь для узкого класса сравнительно простых ситуаций, когда наиболее важные свойства альтернатив допускают численную интерпретацию и ЛПР имеет о них полную информацию.

Разновидностью метода непосредственной оценки является метод последовательного сравнения альтернатив /44/. В нем вводится предположение о возможности суммирования оценок альтернатив и предлагается процедура последовательного сравнения наиболее предпочтительной альтернативы со всеми остальными, на основе которой производится корректировка



оценок. В работах /6,23/ указаны достоинства метода: высокая эффективность, устойчивость и его недостатки: большая трудоемкость. К сожалению, не исследованы условия применимости данного метода с точки зрения психологических возможностей ЛПР. По-видимому, надежные количественные оценки альтернатив, позволяющие указать во сколько раз одна из них предпочтительнее другой, могут быть получены от ЛПР лишь тогда, когда они сходны между собой, имеют много общих свойств, различающихся количественно, но не качественно. В противном случае оценка альтернативы будет лишена для ЛПР содержательного смысла и поэтому недопустимо ее использовать в качестве количественной меры его предпочтений.

2) Метод построения функции полезности. Он предложен в работе /28/ и развивался в работах /7,36/. Сущность этого широко распространенного подхода заключается в следующем: предполагается, что поведение человека в ситуации принятия решений должно удовлетворять некоторым аксиомам рационального выбора (транзитивности, непрерывности и др.). На основе данных аксиом доказывается существование функции полезности  $U(a_i)$ , причем  $U(a_i) > U(a_j)$  тогда и только тогда, когда альтернатива  $a_i$  более предпочтительна, чем  $a_j$ . Этот метод применяется для решения задач как целостного, так и критериального выбора.

В работах /8,11/ приведены недостатки данного метода. В них отмечается, что аксиомы рационального выбора в реальных ситуациях очень часто не выполняются. Действительные предпочтения ЛПР для альтернатив, различающихся оценками лишь по одному критерию, зависят также от величины оценок

по другим критериям, а предпочтения для лотерей зависят от величины одинаковых составляющих, предпочтения ЛПР часто нетранзитивны и т.д. Методы количественной оценки альтернатив: конструирование величины полезности, конструирование отношений полезности, построение кривых безразличия и др. - очень трудоемки, требуют от ЛПР много сил и времени и часто приводят к неверным результатам из-за непривычности и неестественности поставленных перед ним вопросов. Авторы отмечают, что аксиомы рационального выбора должны основываться на реальном поведении людей, а не на представлениях исследователей каким образом должен действовать "идеальный" человек в ситуациях принятия решений.

Перейдем теперь к рассмотрению методов решения критерийных задач. С точки зрения способа построения решающего правила их можно разделить на две большие группы: методы, предусматривающие выбор принципа согласования до решения и в процессе решения задачи.

В первом случае форма зависимости оценок альтернатив от оценок по критериям постулируется или выбирается ЛПР до решения задачи. Выбор принципа согласования может быть осуществлен путем выделения одного из показателей в качестве единственного критерия оптимальности при установлении ограничений на величину остальных критериев, методом лексикографической оптимизации, с помощью различных видов сверток векторного критерия в скалярный, таких как линейные, нелинейные, минимаксные, оптимизация по норме и т.д. Здесь одновременно устанавливаются и формула, и параметры зависимости полезности альтернатив от оценок по критериям. Если внешние

обстоятельства являются неопределенными, ЛПР может назначить стратегию своего поведения, ориентируясь на лучшие, худшие или средние условия. В зависимости от вида стратегии используются максимальный критерий Вальда (осторожности), максимальный критерий оптимизма, минимаксного сожаления, критерий Гурвица (пессимизма-оптимизма), критерий Лапласа.

Представляется, что такой подход может быть использован для решения многокритериальных задач лишь в простых случаях, поскольку правила согласования критериев оценки могут быть установлены до решения задачи лишь в относительно несложных, часто встречающихся, типичных ситуациях. При этом, решаемая задача по существу может быть сразу формализована как задача математического программирования, а многокритериальный подход является лишь средством, облегчающим анализ на этапе постановки. В противном случае, априорное, не учитывающее содержания задачи, установление правил осуществления компромисса между различными целями не соответствует векторной постановке задачи. Выбор оптимального решения в сложных, нетипичных ситуациях должен определяться системой предпочтений опытных ЛПР, которая подлежит выявлению тем или иным способом. Как показывают многочисленные исследования, проблема выбора принципа согласования критериев до решения задачи предъявляет слишком высокие требования к ЛПР, находится за пределами его человеческих возможностей /58/.

Вторую группу образуют методы, в которых правила согласования критериев определяются в процессе решения задачи, например, в диалоговом режиме с ЛПР. Диалог с лицом,

принимающим решения, может осуществляться как в количественных, так и в порядковых шкалах, причем в такой интерактивный процесс на отдельных этапах могут быть включены процедуры, основанные на первом подходе, которые определяют эффективные решения, подлежащие дальнейшему анализу и сравнению. Именно с такой точки зрения следует рассматривать решение многокритериальных задач путем выделения одного из критериев в качестве целевой функции при учете остальных в ограничениях, или с помощью свертки векторного критерия качества в скалярный. Эти методы являются средством нахождения подмножества парето-оптимальных решений, полученного в результате решения серии скаляризованных задач, в которых варьируются либо правые части ограничений на величины критериев, либо значения весов, выражающих относительную ценность оптимизируемых целей в свертках вектора критериев. При этом, следует иметь в виду, что не все виды сверток позволяют перебрать все точки парето-оптимального множества.

#### 2.1.4.3. Человеко-машинные процедуры принятия решений

Одним из перспективных направлений теории принятия решений является разработка человеко-машинных процедур (ЧМП), представляющих собой итеративный процесс взаимодействия ЛПР с ЭВМ. Одна из сложных проблем при разработке новых ЧМП заключается в том, чтобы правильно разделить функции человека и ЭВМ в процессе выработки решения, а это невозможно сделать без знания того, как люди продуцируют и перерабатывают информацию. Все известные ЧМП можно условно разделить на два класса:

Для человеко-машинных процедур, относящихся к первой

группе, существует математическая модель объекта, т.е. известны основные количественные зависимости между его важнейшими параметрами, параметрами и функциональными характеристиками. В процессе диалога с ЭВМ ЛПР выявляет свои предпочтения и на основе этого ведет поиск компромисса между многими критериями. В подобного рода ЛМП роль ЛПР заключается в том, что он анализирует предыдущую итерацию и выдает в определенном виде информацию о том, в каком направлении продолжать поиск решения, а с помощью ЭВМ проводится фаза оптимизационных расчетов. В работе /21/ выделены типичные группы операций по переработке информации, которые осуществляет ЛПР на этапе анализа решения задачи и проведена оценка каждой операции с точки зрения его психологических возможностей. Эти операции оцениваются как сложные или допустимые для ЛПР, а также как неопределенно-сложные и неопределенно-допустимые - если результатов психологических исследований для данных операций нет и об их сложности или допустимости можно утверждать лишь предположительно. Авторы предлагают классификацию операций для каждой группы.

Так, для операций, предполагающих получение от ЛПР информации о названиях критериев, установлено, что назначение весов критериев является сложной, а упорядочение критериев по важности допустимой задачей для ЛПР, при условии не слишком большого числа критериев.

Для методов, основанных на оценке отдельных значений критериев одной альтернативы допустимыми являются операции сравнения двух значений по шкале одного критерия, сравнения значений двух различных критериев (или разностей значений

на шкалах двух критериев) при фиксированных значениях других критериев, а также определения удовлетворительного значения по одному критерию, а предположительно сложной операция определения количественного эквивалента изменения значения одного критерия определенному изменению значения другого.

Авторы также отмечают, что практически все операции, предполагающие получение от ЛПР информации об альтернативах, как совокупности значений всех критериев и об отдельных параметрах альтернатив могут быть оценены как сложные.

Результаты психологических исследований, посвященных экспериментальной проверке возможностей человека по выполнению данных операций, опубликованы в работах /47,57,59/.

Другой класс ЧМП представляет собой процедуры решения неформализованных проблем, для которых являются неизвестными как характер зависимости между параметрами альтернатив, так и критерии оценки вариантов решений. Для данного круга задач необходимо проведение предварительного этапа структуризации проблемы, который может проводиться на основе анализа объективных данных или путем формализации субъективного представления ЛПР о проблеме. Выбор решения в этом случае определяется процессом построения порядка (способом упорядочения) на множестве оценок альтернатив по критериям. В зависимости от типа задачи и своего представления о ней, ЛПР может использовать два вида стратегий /8,II/:

I. Стратегии исключения, в которых ЛПР последовательно исключает альтернативы, не удовлетворяющие каким-то необходимым условиям. К стратегиям исключения относятся:

а) Конъюнктивная стратегия - ЛПР устанавливает мини-

мальные величины наиболее существенных по его мнению критериев или выделяет неудовлетворительные сочетания оценок по ряду критериев.

б) Альтернативная стратегия - ЛПР определяет высокие пороги для совокупности критериев и выбирает те альтернативы, у которых значение хотя бы одного критерия превышает порог.

2. Стратегии компенсации, которые предполагают уравнивание оценок одной альтернативы оценками другой. При этом, все критерии должны являться для ЛПР взаимокompенсирующими. Можно выделить следующие виды стратегий компенсации:

а) Линейная стратегия - полезность каждой альтернативы определяется как сумма полезностей её оценок на шкалах критериев (или разностей оценок на шкалах критериев) и выбирается альтернатива, имеющая наибольшую полезность.

б) Конфигурационные стратегии, которые основаны на взаимовлиянии значений оценок по различным критериям на полезность альтернативы. В этом случае изменение полезности альтернативы при изменении значения какого-либо критерия будет зависеть также и от величины оценок альтернативы по остальным критериям.

Исследования показывают, что при большом числе альтернатив - свыше 6-10, ЛПР сначала применяет стратегию исключения, а затем когда количество альтернатив становится приемлемым для него - стратегию компенсации /15/. Среди стратегий компенсации доминирует линейная стратегия /8/. При решении сложных задач ЛПР часто применяет упрощающие эврис-

тики, например, просто подсчитывает число критериев по которым одна альтернатива превосходит другую, пренебрегает небольшими значениями в разнице оценок по важным критериям и др. В этом случае полезно попросить ЛПР применить последовательно несколько эвристик, или предложить ему сгруппировать часть критериев в блоки до выбора.

## 2.2. Стохастические задачи

Во многих практических ситуациях человек вынужден совершать выбор в условиях неопределенности. Различают /8/ неопределенность внешних условий, на которые человек не может воздействовать и неопределенность, обусловленную структурой задачи, которая полностью зависит от деятельности человека, его способностей, компетенции, энергии.

Большинство формальных процедур принятия решений используют следующие виды представления стохастических задач:

1) Неопределенность исключается на стадии анализа проблемы. ЛПР формирует набор правил, согласно которым определяются последствия принятия решений и, таким образом, создает детерминированный образ задачи. Детерминированное представление является наиболее предпочтительным для ЛПР, так как в этом случае решение задачи значительно облегчается. В работе /50/ анализируется эффект определенности: люди выше оценивают исходы, которые наступят с определенностью, чем вероятностные.

2) Задача представляется как совокупность относительно независимых факторов, которые нужно упорядочить.

3) Предполагается, что для каждой альтернативы существ-



вует распределение вероятностей на множестве её возможных последствий. Данный подход предусматривает прогноз последствий и вероятностей их осуществления.

### 2.2.1. Способы оценки субъективных вероятностей

Особенности оценки людьми субъективных вероятностей событий исследованы в работе /61/. Выяснено, что при оценке субъективных вероятностей люди пользуются следующего рода эвристиками:

а) Принцип репрезентативности /8/. Он заключается в том, что ЛПР тем выше оценивает субъективную вероятность события, тем больше оно похоже на популяцию, в которой содержится и чем более случайным оно кажется ЛПР.

б) Принцип психологической доступности. Оценка ЛПР субъективной вероятности тем выше, чем легче он считывает информацию о событии из кратковременной памяти или чем быстрее конструирует его в долговременной.

в) Принцип выравнивания вероятностей. Этот принцип связан с тем, что люди часто переоценивают вероятности мало-правдоподобных событий и недооценивают вероятности очень правдоподобных.

Тверский и Канеман проанализировали ошибки, связанные с тем, что люди обычно не принимают во внимание объем выборки: они выдвигают гипотезы на основе нескольких примеров, не учитывают неожиданных событий, находя им объяснение, переоценивают вероятности редких событий, которые широко освещаются и часто упоминаются в средствах массовой информации. В работе /39/ выделяются ошибки, связанные с изменением точки отсчета: вероятность события для человека зависит от того,

относительно какой опорной ситуации он её оценивает. Некоторые авторы /49/ исследуют явление ретроспективной уверенности, которое заключается в переоценке людьми вероятности того, что уже произошло на самом деле. В работе /8/ также отмечается, что человек часто переоценивает информацию, подтверждающую его модальную гипотезу и недооценивает противоречащие ей события, не принимает во внимание априорную вероятность, которую подавляют дополнительные данные.

В нормативной теории принятия решений, согласно которой выбор определяется максимумом субъективно ожидаемой полезности, предполагается, что полезность последствия и его субъективная вероятность для человека – величины независимые. В реальных же ситуациях очень часто наблюдается эффект Ирвина – люди приписывают более привлекательным результатам более высокие вероятности. Если от человека потребовать численную оценку вероятности, то он либо вообще не сможет её дать, либо будет применять эвристики, логика которых мало согласуется с логикой назначения вероятностей,

### 2.2.2. Методы оценки уровня риска

Многие задачи, связанные с неопределенностью, так или иначе затрагивают проблему оценки допустимого уровня риска. Здесь интерес представляют два вопроса. Во-первых, как люди воспринимают риск, какие внешние и внутренние факторы обуславливают создание субъективного представления о нем? И, во-вторых, каким образом люди формируют предпочтения по поводу риска?

В работе /29/ перечислены основные факторы субъективного восприятия риска. К ним относятся: доступность инфор-

мации, влияние прошлого опыта (т.е. как часто человек сталкивался с подобными событиями), влияние возможных последствий на оценивающего человека, возможность контроля над последствиями, добровольность в действиях, возможная отсрочка отрицательных последствий и др. При оценке величины риска также часто встречаются те же ошибки, что и при оценке субъективных вероятностей. Это объясняется тем, что, оценивая величину риска, люди обычно принимают во внимание величину проигрыша и его вероятность и поэтому, так или иначе, вынуждены прогнозировать обе эти величины.

Наиболее распространенной точкой зрения на то, каким образом формируются предпочтения по поводу риска является теория максимальной ожидаемой полезности, согласно которой риск сам по себе не имеет ни положительной, ни отрицательной ценности. Существует, однако, другое мнение /8,9/, что оптимальная стратегия поведения формируется как сумма математического ожидания выигрыша и степени риска, причем риск может иметь как положительную, так и отрицательную ценность. Например, разработанная Кумбсом теория предпочтения "портфелей", относящихся к риску, предполагает, что для каждого значения математического ожидания выигрыша существует наиболее предпочтительная величина риска и что можно построить "идеальную" линию риска для различных значений математических ожиданий. В теории аддитивного риска /54/ на основе нескольких аксиом для совокупности лотерей постулируется существование аддитивной шкалы риска, где риск представляет собой взвешенную разницу дисперсии и математического ожидания. Однако имеются экспериментальные данные, не подтвержда-

ющие эту теорию.

В работе /59/ факторы восприятия и оценки риска разделены на две группы:

1) В первую группу включены факторы, обуславливающие для ЛПР нежелательность последствий того или иного решения. Отмечается, что люди обычно переоценивают вероятности событий, которые угрожают многочисленными жертвами или крупными авариями.

2) Большое влияние на оценку риска оказывает также форма предоставления информации, т.е. то, каким образом описываются последствия принятия решений.

Стохастический характер задач принятия решений может обуславливаться также тем, что информация, получаемая от ЛПР в рамках того или иного метода, сама по себе имеет вероятностный характер. Высказываемое в процессе опроса мнение ЛПР может случайно отклоняться от его истинного мнения в силу различных причин: настроения, непонимания вопроса, усталости и т.д. Но, кроме этого, вероятностный характер информации может обуславливаться тем, что мнения различных ЛПР по поводу оценки тех или иных событий не совпадают друг с другом /1/. В последнем случае центральной становится проблема формирования не индивидуальных, а групповых предпочтений.

### 2.3. Задачи группового выбора

#### 2.3.1. Процедуры проведения экспертизы

Очень часто при решении сложных и уникальных проблем возникает необходимость выработки коллективного мнения. Ха-

ракти решения, принимаемого группой, определяется тремя факторами: а) характеристикой группы; б) характером задачи; в) процедурой деятельности группы. Особенно важно обеспечить соответствие между всеми этими факторами при формировании экспертных групп, которые представляют собой временные коллективы, ориентированные на решение определенной задачи или комплекса задач. Выделяются две группы проблем организации коллективных решений /31/:

В первую группу входят вопросы формирования коллективов экспертов. К ним относятся:

1) Выявление множества специалистов, компетентных в той области, где требуется принятие решения. Во многих случаях, особенно когда проблема касается новой области исследования или находится на стыке нескольких наук, становится неясным, какими знаниями, опытом и т.д. должен обладать специалист по данной проблеме. Одним из наиболее эффективных методов выявления компетентных специалистов является метод "снежного кома". Его сущность заключается в том, что одного или нескольких известных экспертов просят назвать всех специалистов в интересующей области, затем тех просят сделать то же самое и т.д. Через несколько туров опроса выявляется все множество специалистов, компетентных в данной области.

2) Оценка компетентности специалистов. Для этого, во-первых, необходимо выделить совокупность свойств, которыми должен обладать эксперт. Данная совокупность должна быть более или менее полной и содержать свойства, поддающиеся достаточно надежному измерению. В работе /6/ отмечаются сле-

дующие характеристики компетенции экспертов: креативность (наличие творческого подхода), конформизм, отношение к экспертизе, конструктивность мышления, коллективизм, самокритичность. К сожалению, эти характеристики не поддаются точному количественному измерению и не ясно, например, каким образом можно сравнить между собой креативность или самокритичность различных людей. В настоящее время широко используются следующие методы оценки компетентности: самооценка, взаимная оценка специалистов, судейский метод, документальный метод, тестовый метод. Результаты исследований показывают, что наиболее надежными являются последние два метода.

3) Формирование экспертных групп. Экспертная группа должна состоять из специалистов, уровень компетентности которых достаточно высок. Также необходимо учитывать случай, когда коллектив создается для решения комплекса задач. В работе /31/ предложены алгоритмы решения двух задач:

а) Составить из множества экспертов несколько групп таким образом, чтобы суммарная компетентность в каждой группе была не ниже некоторого порога.

б) Разделить множество задач на несколько подмножеств таким образом, чтобы их суммарная трудоемкость в каждом подмножестве была также не меньше заданного порога.

В работе /27/ отмечается, что при формировании экспертных групп необходимо учитывать не только способности индивидуума в решении специализированных задач, но и его склонности к коллективной деятельности: умение учитывать интересы группы, склонность к кооперированию и т.д.

Другой круг вопросов организации групповых решений касается методов получения экспертной информации.

Как отмечается в работе /27/ проблему нахождения коллективного решения нельзя сводить лишь к проблеме агрегирования индивидуальных предпочтений. Представления и предпочтения экспертов не могут считаться заданными до начала экспертизы. По мнению авторов, исходное индивидуально-индивидуальное предпочтение эксперта играет роль лишь начального условия. Конечное же индивидуально-коллективное мнение, выработанное каждым членом группы в ходе проведения экспертизы, может изменяться в зависимости от условий деятельности группы.

В работе /31/ все известные процедуры получения экспертной информации классифицируются следующим образом:

1) По характеру взаимодействия между экспертами - на процедуры с непосредственным личным взаимодействием экспертов и без него.

2) По наличию обратной связи - на однотуровые и многотуровые экспертизы.

Первый тур процедур представляет собой однотуровые экспертизы, предусматривающие непосредственное взаимодействие экспертов. Примером подобного рода экспертизы является "мозговая атака".

Второй тип экспертизы предполагает однократный отдельный опрос специалистов. Примером таких экспертиз могут служить процедуры массового анкетного опроса.

Третий тип представляет собой непосредственное общение экспертов с многократным изменением и уточнением точек зре-

ния. Как показали психологические исследования, при проведении подобного рода дискуссий часто возникают групповые деформации. Основные черты "группового мышления" перечислены в работе /8/. К ним автор относит: 1) конформизм (подверженность влиянию авторитетов); 2) тенденциозный подбор информации; 3) сверхоптимизм (недооценка риска, переоценка успеха); 4) убеждение во всесильности группы, уверенность, что все последствия определяются лишь собственными действиями; 5) обманчивость инициативы.

Четвертый тип процедур предусматривает многократный опрос экспертов, исключающий их непосредственное взаимодействие. Этот вид экспертиз наиболее бурно развивается в настоящее время и примером ему может служить известный метод "Дельфи". Данный тип процедур практически лишен дефектов "группового мышления", которые неизбежно возникают при непосредственном общении экспертов. Однако, разработка итеративных методов опроса экспертов должна прежде всего предполагать формирование системы представлений, на которых они основаны. Например, в методе "Дельфи" основной целью является согласование, сближение мнений экспертов, выработка некоторого среднего мнения всех участников экспертизы путем сообщения им на каждой итерации средней оценки. Некоторые авторы /30,31/ предлагают другой критерий качества методов - достижение каждым экспертом устойчивого, стабильного мнения, которое, при этом, может не совпадать с мнениями других членов группы. При таком подходе конечной целью является не сближение экспертных суждений, а выработка каждым экспертом аргументированного мнения на основе всей имеющейся у него информации. Главный аргумент в пользу применения именно



данного критерия - практически обязательное расхождение мнений экспертов по сколько-нибудь сложному вопросу. При выборе решения должно учитываться и анализироваться суждение каждого эксперта, даже если оно сильно отличается от остальных.

На заключительном этапе экспертизы проводится анализ индивидуальных суждений, их агрегирование и выбор решения.

Анализ индивидуального суждения представляет собой оценку получаемой от эксперта информации, проверку её непротиворечивости.

Основные типы стратегий агрегирования индивидуальных предпочтений перечислены в работах /8,23/.

### 2.3.2. Процедуры голосования

Важным классом процедур, которые наиболее широко применяются при принятии групповых решений являются процедуры голосования. Их анализ произведен, в частности, в работе /53/. В качестве исходного момента предполагается наличие фиксированного набора участников голосования, каждый из которых имеет полное транзитивное иррефлективное строгое отношение предпочтения на множество альтернатив. Автор предлагает классификацию процедур, определяемую способами получения информации от участников голосования. С этой точки зрения процедуры делятся на три следующих типа:

1) Бинарные процедуры. В них участники рассматривают альтернативы попарно, выбирая на каждом этапе лучшую.

2) Одноэтапные небинарные процедуры. Здесь предполагается, что все альтернативы анализируются одновременно, причем участник голосования может выбрать либо одну, либо сра-

зу несколько альтернатив, наилучших с его точки зрения.

3) Многоэтапные небинарные процедуры. К ним относятся процедуры поэтапного исключения, в которых множество альтернатив сокращается по одному и тому же правилу и процедуры, в которых на разных этапах применяются различные функции выбора. В многоэтапных процедурах предусматривается многократное обращение за информацией к участникам.

Каждый тип процедур представляет собой совокупность различных методов принятия групповых решений. Анализ данных методов проводится на основе трех групп критериев:

I. Критерий кондорсетовости. Согласно этому критерию альтернатива-победитель должна выиграть у любой другой в парном сравнении. Критерию кондорсетовости удовлетворяют все бинарные и некоторые многоэтапные процедуры.

2. Критерии рациональности. Они подразделяются на три группы:

1) Индивидуальная рациональность. Здесь предполагается, что если участники голосования изменят свои предпочтения таким образом, что альтернатива-победитель будет ранжироваться ими выше чем прежде, то она по-прежнему останется победителем. Данный критерий выполняется для всех бинарных и одноэтапных процедур и не выполняется для многих многоэтапных процедур.

2) Коллективная рациональность. Критерий представляет собой требование Парето-оптимальности: если каждый участник предпочитает одну альтернативу другой, то проигравшая альтернатива не может быть выбрана. Критерию коллективной рациональности не удовлетворяют лишь некоторые бинарные процедуры и удовлетворяют все остальные.

3) Критерии инвариантности выбора. К данной группе относятся следующие критерии:

а) Слабая аксиома выявленного предпочтения. Здесь требуется, чтобы в случае, когда альтернатива является решением для всего множества и одновременно принадлежит какому-либо его подмножеству, она должна также являться решением и для данного подмножества. Эта аксиома выполняется лишь для нескольких одноэтапных процедур.

б) Критерий маршрутной независимости. Данный критерий предполагает, что выбор наилучшей альтернативы не должен зависеть от того, сравниваются они одновременно или предварительно группируются в подмножества из победителей в которых затем осуществляется окончательный выбор. Критерию удовлетворяет лишь одна одноэтапная процедура.

в) Критерий постоянства. Здесь требуется, чтобы выбор не зависел от того, каким образом голосуют участники - все одновременно или делятся на группы и победителем объявляется та альтернатива, которую назвали наилучшей в каждой группе. Критерий выполняется для всех одноэтапных процедур.

Ни одна из перечисленных процедур не удовлетворяет всем критериям одновременно. Поэтому, определяя предпочтительность той или иной процедуры голосования с точки зрения различных критериев, необходимо определенным образом учитывать их относительную важность. В противном случае неясно, какому из методов принятия решений нужно отдать предпочтение если один из них по нескольким критериям превосходит другой, а по остальным - уступает.

Приведенные выше критерии могут быть использованы так-

же для оценки методов принятия групповых решений, отличных от процедур голосования, а часть из них является пригодной и для оценки некоторых методов принятия индивидуальных решений.

### Заключение

Вопросы учета психологических особенностей человека при решении сложных задач многокритериального выбора сравнительно недавно начали изучаться как психологией, так и математической теорией оптимизации. И, конечно же, еще рано говорить о слиянии этих двух направлений и о создании психологической теории принятия решений. Несмотря на это, положительным результатом является сам факт осознания необходимости учета возможностей ЛПР при сравнении и выборе альтернатив, понимание того, что человек способен делать прогнозы и оценки не любой сложности и качества и не может рассматриваться как безошибочный источник информации.

### Литература

1. Андреенков В.Г., Толстова Ю.Н. Особенности применения математических методов в социологических исследованиях. - В кн. Анализ нечисловой информации в социологических исследованиях. М.: Наука, 1985, с.7-29.
2. Аткинсон Р. Человеческая память и процесс обучения. М.: Прогресс, 1980.
3. Вопросы кибернетики. Вып.8. "Теория принятия решений", М.: Советское радио, 1975.
4. Галантер Ю., Миллер Дж., Прибрам К. Планы и струк-

тура поведения. М.: Изд-во иностр. литературы, 1965.

5. Джойфрион А., Дайер Д., Файнбер Б. Решение задач оптимизации при многих критериях на основе человеко-машинных процедур. - В кн.: Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976, с.126-145.

6. Евланов Л.Г. Теория и практика принятия решений. М.: Экономика, 1984.

7. Кини М., Райфа Г. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. М.: Мир, 1977.

8. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений. М.: Прогресс, 1979.

9. Кумбс К. Некоторые подходы к восприятию и оценке степени риска. - В кн. Нормативные и дескриптивные модели принятия решений. По материалам советско-американского симпозиума. М.: Наука, 1981.

10. Ларичев О.И. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Многокритериальный выбор при решении слабоструктуризованных проблем. М.: ВНИИСИ, № 5, 1978.

11. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. М.: Наука, 1979.

12. Ларичев О.И. Прослеживание процессов оценки, сравнения и выбора многокритериальных альтернатив в задачах принятия решений. В сб. Дескриптивный подход к изучению процессов принятия решений при многих критериях. М.: ВНИИСИ, № 9, 1980.

13. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. О возможностях получения от человека непротиворечивых оценок многомерных альтернатив. В сб. Дескриптивные исследования процедур принятия решений при многих критериях. М.: ВНИИСИ, № 9, 1980, с.60-67.

14. Ларичев О.И., Поляков О.А. Человеко-машинные процедуры решения многокритериальных задач математического программирования. Экономика и математические методы, т.16, вып. I, 1980, с.129-145.

15. Ларичев О.И. Анализ процессов принятия человеком решений при альтернативах, имеющих оценки по многим критериям. Автоматика и телемеханика. М.: № 8, 1981, с.131-141.

16. Ларичев О.И. О возможностях человека в задачах принятия индивидуальных решений в организационных системах управления. В сб. Проблемы и методы принятия решений в организационных системах управления. М.: ВНИИСИ, 1982, с.5-12.

17. Ларичев О.И. Системный анализ и принятие решений. В сб. Проблемы и процедуры принятия решений при многих критериях, М.: ВНИИСИ, 1982, вып.6.

18. Ларичев О.И. Проблемы взаимодействия человека-ЭВМ в системах поддержки принятия решений. В сб. Процедуры оценивания многокритериальных объектов. М.: ВНИИСИ, 1984, вып.9.

19. Ларичев О.И., Нагинская В.С., Нечитов А.И. Интерактивная процедура выбора проектов промышленных зданий. В сб. Процедуры оценивания многокритериальных объектов. М.: ВНИИСИ, 1984, вып.9.

20. Ларичев О.И. Многокритериальные методы принятия решений и направления их всестороннего обоснования. В сб. Проблемы и методы принятия решений в организационных системах управления. М.: ВНИИСИ, 1985. Труды конференции. С.5-12.

21. Ларичев О.И., Никифоров А.Д. Аналитический обзор процедур решения многокритериальных задач математического программирования. - Экономика и математические методы, 1986, т. XXII, вып.3.

22. Леонтьев А.Н. Деятельность, сознание, личность. М., Наука, 1975.

23. Литвак Б.Г. Экспертная информация. Методы получения и анализа. М.: Радио и связь, 1982.

24. Ломов Б.Ф. Математика и психология в изучении процессов принятия решений. В сб. Нормативные и дескриптивные модели принятия решений. По материалам советско-американского семинара. М.: Наука, 1981, с.5-21.

25. Льюс Р., Райфа Г. Игры и решения. М.: Изд-во иностранной литературы, 1961.

26. Мошкович Е.Н. Конструктивный поиск и устранение противоречий в предпочтениях ЛПР при разбиении многокритериальных альтернатив на конечное число классов. В сб. Проблемы и процедуры принятия решений при многих критериях. М.: ВНИИСИ, 1982, с.73-80.

27. Наппельбаум Э.Л., Поспелов Д.А. Субъективное структурирование ситуации в задачах коллективного принятия решений. В сб. Нормативные и дескриптивные методы принятия решений. По материалам советско-американского семинара. М.: Наука, 1981, с.191-205.

28. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М.: Прогресс, 1970.

29. Нечитов А.И. Проблемы определения допустимого уровня риска. В сб. Проблемы и процедуры принятия решений при многих критериях. М.: ВНИИСИ, 1982, вып.6, с.42-50.

30. Орлов А.И. Общий взгляд на статистику объектов нечисловой природы. В кн. Анализ нечисловой информации в социологических исследованиях. М.: Наука, 1985.

31. Панкова Л.А., Петровский А.М., Шнейдерман М.В. Организация экспертизы и анализ экспертной информации. М.: Наука, 1984.

32. Подиновский В.В. Об относительной важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. - В кн.: Многокритериальные задачи принятия решений. М.: Машиностроение, 1978, с.48-82.

33. Психологические измерения. М.: Мир, 1967.

34. Психологический словарь. М.: Политиздат, 1985.

35. Пфанцагль И. Теория измерений. М.: Мир, 1976.

36. Райфа Г. Анализ решений. М.: Наука, 1977.

37. Саймон Г. Наука об искусственном. М.: Мир, 1972.

38. Салуквадзе М.Е. Методы векторной оптимизации. - Тбилиси: Мецниереба, 1976.

39. Словик П. На пути к пониманию и улучшению принимаемых решений. В сб. Дескриптивный подход к изучению процессов принятия решений при многих критериях. М.: ВНИИСИ, 1980, № 9.

40. Суппес П., Зинес Дж. Основы теории измерений. В кн. Психологические измерения. М.: Мир, 1967, с.9-110.

41. Трофимов В.А. Экспериментальное обоснование методов качественного факторного анализа. В кн. Методы анализа многомерной экономической информации. Новосибирск, 1981, с.30-48.

42. Узнадзе Д.Н. Общая психология. Тбилиси: Мецниереба, 1976.

43. Уэллс Г. Крах психоанализа. От Фрейда к Фромму. - М.: Прогресс, 1968.



44. Черчмен У., Акофф Л. Введение в исследование операций. М., Наука, 1968.
45. Achenbzenner M. Komplexes wahlverhaltenals problem der information verarbitimg. Universitat Mannheim, Sonderforschungsbereich 24, 1979.
46. Bettman I.,Kakkar P. Effekts of information presentation format on consume information acquisition strategies. Journal of consuner reseach, 1977, v.3, p.233-240.
47. Dyer J. An enpriorical investigation of man-mach-in interactive approach to the solution of the multiple criteria problem. Inà:Multiple criteria decision making. Columbia, 1973.
48. Einhorn H.,Hogarth R. Behavioral decision theory: processes judgment and choice. Annual review of psychology, 1981, v.32.
49. Fischhoff B.,Beyth R. I knew it would happen-remembered probabilities of once-future things. Organizational behavior and human performance, 1978, v.21, p.209-219.
50. Kahneman D.,Tversky A. Prospect theory. Economet-rica, 47, 1979, p.263-291.
51. Miller G.A. The magical number seven, plus or minus two:some limits of our capacity for processing information. Psychol. Rev., v.63, 1956, p.81-97.
52. Montgomery M. A study of intransitive preferences using a think aloud procedure. In: Judgerman g., de Zeen (Eds). Decision making and change in human affaire. Dordrecht:Riedel, 1977.

53. Nurmi H. Voting procedures a summary analysis. British journal of political science, 1983, v.13, part II, p.59-186.
54. Pollatsek A. A theory of risk. Journal of Mathematical psychology, 1970, v.7, p.540-553.
55. Rotter J.B. Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. Psychological monographs, 1966, v.80, p.1-27.
56. Russo I., Doshier B. An information processing analysis of binary choice.-Report of Carnegie-Mellon University, Nov., 1976.
57. Russo I., Rosen L. An eye fixation analysis of multialternative choice.-Memory and cognition, 1975, v.3, p.267-276.
58. Slovic P., McPhillamy D. Dimensional commensurability and one utilization in comparative judgment.-Organizational behavior and human performance, 1974, v.II.
59. Slovic P., Fischhoff B., Lichtenstein S. Risk assessment: Basic issues in rates.-Mang. Technol. Hazards, N.Y., 1977, p.83-107.
60. Tversky A. Choice by elimination.-Mathematical psychology, 1972, v.76, N#1.
61. Tversky A., Kahneman O. Judgment under uncertainty: heuristics and biases.-Science, 1974, N# 185.
62. Tversky A., Pollatsek A. A theory of risk. Journal of Mathematical psychology, 1970, v.7, p.540-553.
-