

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ЧЕЛОВЕКА В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

О. И. ЛАРИЧЕВ, Е. М. МОШКОВИЧ, С. Б. РЕБРИК

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одним из наиболее важных вопросов в широкой области человеческой деятельности — принятии решений — является вопрос о возможностях и ограничениях человеческой системы в переработке информации. Многочисленные работы (см., например: [11; 12; 13]) свидетельствуют о том, что люди плохо справляются со многими задачами принятия решений, демонстрируют неустойчивость предпочтений, ошибки, противоречия. Вместе с тем существуют простые задачи принятия решений, с которыми человек явно справляется. Возникает вопрос: имеется ли «граница», отделяющая одни задачи от других, и если да, то чем она определяется?

Ответ на этот вопрос имеет принципиальное значение. Прежде всего потому, что в настоящее время идет дискуссия о фактических возможностях человека в задачах принятия решений, о корректности тех или иных экспериментов, о неоднозначности толкования тех или иных результатов. Появилось даже представление о «двух лагерьх» в рациональности [6].

Наряду с этим авторы многочисленных работ, демонстрирующих ограниченные возможности человека в задачах принятия решений (среди них такие известные ученые, как Г. Саймон и А. Тверский), не дают полного и убедительного объяснения наблюдаемому поведению людей.

Объектом исследования мы выбрали широко распространенные на практике задачи классификации человеком многомерных ситуаций. Аналогичные задачи решает руководитель программы проведения научных исследований и разработок, принимая решения о включении в программу тех или иных проектов. С этими задачами сталкивается врач, решающий, какая болезнь у пациента при наличии определенной совокупности диагностических признаков; инженер, устанавливающий характер неисправности в сложной технической системе при наличии определен-

ной совокупности дефектов в ее функционировании; покупатель в магазине, разделяя интересующие его товары на два класса — заслуживающие или не заслуживающие дальнейшего рассмотрения. В последние годы эта же задача появилась при построении баз знаний в экспертных системах. Во всех этих примерах человек решает задачу отнесения объекта, имеющего совокупность характеристик (оценки по многим критериям), к одному из нескольких классов решений. Иначе говоря, человек осуществляет многомерную экспертную классификацию. Отметим, что, несмотря на большую распространенность и практическую важность этих задач принятия решений, они не подвергались ранее систематическому исследованию.

ОБЩАЯ СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В работе представлены результаты двух серий экспериментов, в которых мы исследовали поведение четырех групп испытуемых: студентов старших курсов, старшеклассников, членов издательского совета крупного НИИ, врачей, участвующих в построении экспертных систем. Предполагалось, что сложность задачи экспертной классификации зависит от параметров задач — числа критериев, числа оценок на их шкалах, числа классов решений. Была выдвинута гипотеза, что поведение людей может измениться при определенном увеличении того или иного параметра задачи. Сложность задачи классификации в каждом из экспериментов определялась тремя следующими параметрами: числом критериев (признаков, характеристик) N , описывающих оцениваемые объекты; числом оценок $W_i (i = 1, \dots, n)$ на порядковых шкалах этих критериев (оценки упорядочены от лучшей к худшей); числом классов решений P , к которым следует отнести рассматриваемые объекты.

Все возможные сочетания оценок по разным критериям определяют полное множество возможных описаний объектов. В каждом из экспериментов, кроме последнего, испытуемому предлагалось оценить все возможные объекты, отнеся каждый из них к одному из заданных классов решений. Как пример, рассмотрим одну из задач, решавшихся студентами в эксперименте 5. В качестве объектов классификации рассматривались описания кооперативных квартир — объект, хорошо знакомый испытуемым. В качестве критериев оценки объектов предлагались: 1. Планировка и размеры подсобных помещений; 2. Обо-

рудование квартиры; 3. Эстетичность; 4. Загрязненность зашумленность окружающей среды; 5. Стоимость.

Для каждого из критериев была разработана шкала из трех словесных оценок, упорядоченных по качеству от первой к третьей. Так, например, для критерия «Планировка» использовалась следующая шкала оценок.

1) Планировка очень удобная, подсобные помещения и кухня большой площади.

2) Планировка удобная, подсобные помещения и кухня малой площади.

3) Планировка неудобная, кухня малой площади, подсобные помещения отсутствуют.

Итак, в данном случае $N = 5$ и $W_i = 3$. Нетрудно убедиться, что сочетания различных оценок по критериям задают полное множество возможных объектов. В данном случае количество этих объектов равно $Q = 3^5 = 243$. Описание 243 гипотетических квартир в случайном порядке предъявлялись испытуемому. Его задача состояла в отнесении каждого сочетания к одному из следующих классов решений.

1. Квартира хорошая и полностью вас удовлетворяет.

2. Квартира удовлетворительная, хотя и имеет целый ряд недостатков.

3. Квартира вам не подходит.

ИНФОРМАТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОВЕДЕНИЯ ИСПЫТУЕМЫХ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ

Отнесение какого-либо объекта к некоторому классу, в условиях упорядоченности классов решений (первый класс лучше второго и т. д.) и порядковых шкал оценок критериев, накладывает определенные ограничения на оставшееся множество объектов. Так, объекты, доминирующие по критериальным оценкам данный объект, не могут быть отнесены в худший, чем он сам, класс, а объекты, им доминируемые, не могут быть отнесены в класс, лучший, чем данный объект. Нарушение этих ограничений считалось ошибкой, допускаемой испытуемым при классификации. Понятие ошибки при классификации в чем-то схоже с понятием нетранзитивности в условиях попарного сравнения многокритериальных объектов: и то и другое определяется несогласованностью последовательных суждений ЛПР.

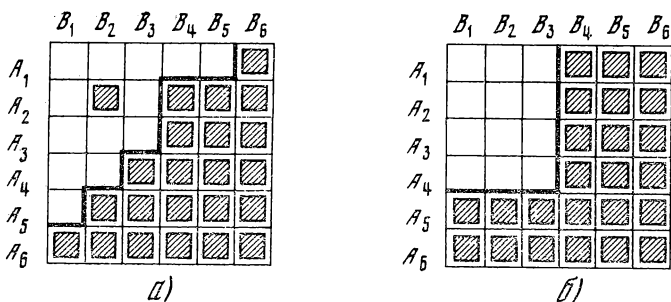


Рис. 1. Разделение на два класса сочетаний оценок по двум критериям — A и B

а) простое разделение; б) сложное разделение

Поведение испытуемых оценивалось по трем критериям, смысл которых следует объяснить более подробно.

1. *Число противоречий* Задача испытуемых состояла в разделении объектов (сочетаний оценок по критериям) на упорядоченные классы. На рис. 1 а приведен крайне простой вариант этой задачи — разделение на два класса (первый класс лучше второго) сочетаний оценок по двум критериям — A и B (первые оценки — лучшие; оценки на шкалах упорядочены по качеству). На рис. 1 а представлено гипотетическое разделение на два класса (пустые клетки — 1-й класс, заштрихованные — 2-й класс). Очевидно, что оценка клетки A_2B_2 противоречит оценкам клеток A_2 , B_3 , A_3 , B_2 , A_4B_2 , A_3B_3 . Следовательно, в данной классификации на рис. 1 а имеются 4 противоречия.

2. *Число замен (ошибок)* Наряду с числом противоречий информативным является и другой показатель — число изменений в ответах испытуемого, которые делают классификацию непротиворечивой. Так, в классификации, представленной на рис. а, нужно только одно изменение — назначение другого (1-го) класса сочетанию A_2B_2 . Эта замена делает классификацию непротиворечивой. Число замен характеризует число ошибок, сделанных испытуемыми при классификации.

3. *Сложность границ между классами* Этот критерий, предложенный нами ранее [2], оценивает сложность правил, используемых при классификации. Так, граница между классами на рис. 1б очень проста, поскольку испытуемый фактически заменил критерии на ограничения. Его решающее правило в данном случае очень просто: к первому классу относятся сочетания, имеющие оценки лучше, чем A_5 , и лучше, чем B_4 .

Граница между классами на рис. 1а значительно сложнее. Легко убедиться, что она описывается 5 сочетаниями оценок по двум критериям. Замена критерия на ограничения (см. рис. 1 а, б) может происходить по двум причинам. Прежде всего, среди испытуемых могут быть люди, которые рассматривают исходную задачу не как многокритериальную, а как более простую — однокритериальную с ограничениями по другим критериям (недаром А. Тверский [12] и Д. Рассо [9] в своих работах предварительно отбирали испытуемых, использующих все критерии).

Во-вторых, как мы увидим далее, один и тот же человек может перейти к использованию ограничений вместо критериев при усложнении задачи. Известно, что стратегия последовательного введения ограничений вместо критериев («исключение по аспектам» [13]) в когнитивном отношении крайне проста.

В соответствии с вышеописанными критериями был установлен уровень требований к качеству выполнения задания, в соответствии с которым выносилось суждение о том, справился ли испытуемый с задачей классификации. Известно, что, выполняя те или иные операции по переработке информации, человек может ошибаться. Однако ошибка ошибке рознь. Как показано на рис. 1 а, ошибки, совершаемые вдали от границ, влекут за собой большое число противоречий. Эти ошибки, как правило, очевидны. Они не мешают установить границы между классами решений. Иначе обстоит дело с ошибками, совершаемыми у самой границы. Так, если испытуемый отнес ко второму классу клетку A_2B_3 на рис. 1 а, то имеется лишь одно противоречие (с принадлежностью клетки A_3B_3 к первому классу), и вопрос ставится следующим образом: отнести ли клетку A_2B_3 к первому классу или клетку A_3B_3 ко второму классу. Следовательно, ошибки около границы и на самой границе особенно опасны тем, что они меняют границу между классами, и при большом числе таких ошибок невозможно установить границы между классами решений.

В связи с этим в качестве значения первого критерия, определяющего, справился ли испытуемый с задачей классификации, было принято число ошибок, совершаемое на границе или около нее — на расстоянии единица (изменение на одну оценку по любому критерию переводит сочетание в элемент границы) от границы. Было принято, что испытуемый справляется с задачей лишь в том случае,

когда число таких ошибок у границ между классами не превышает двух. В качестве второго критерия, определяющего, справился ли испытуемый с задачей классификации, была выбрана сложность границы, отражающая сложность решающих правил, используемых испытуемыми. А именно: требовалось, чтобы среди граничных элементов между классами были хотя бы один-два элемента, представляющих сочетания оценок критериев. Иначе говоря, считалось, что если испытуемый перевел все критерии в ограничения и превратил задачу в «исключение по аспектам», то он не справился с задачей. Действительно, в последнем случае задача многокритериальной классификации просто исчезает.

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Следует разделить эксперименты, проводимые с людьми, не имевшими большой практики в принятии решений (студенты, школьники — 1-я серия экспериментов), и эксперименты, где в качестве испытуемых выступали профессионалы, решающие реальные практические задачи (2-я серия экспериментов). Для первой категории испытуемых имелась широкая возможность варьирования параметров задачи классификации и условий эксперимента. Студенты (эксперименты с 1 по 12) классифицировали кооперативные квартиры, решая, насколько предлагаемые варианты удовлетворяют их, а школьники (эксперименты 13 и 14) — высшие учебные заведения с точки зрения того, насколько они подходят им для поступления после окончания школы. Для второй группы людей, когда задачи классификации являлись реальными задачами лиц, принимающих решения, возможности варьирования параметров задачи почти отсутствовали и схема эксперимента соответствовала реальной задаче. В экспериментах 2-й серии участвовали члены редакционного совета научно-исследовательского института, оценивая качество предлагаемых к опубликованию препринтов (эксперименты 15 и 16), и врачи, диагностирующие степень подозрения на отдельные заболевания при определенном наборе симптомов (эксперимент 17).

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВОЙ СЕРИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Данные о среднем количестве ошибок, допускаемых испытуемыми при выполнении 100 классификаций в каждом из 14 экспериментов первой серии, представлены в

Таблица 1

№ экспери- мента	Кол-во испытуе- мых	Размерность задачи				E	%
		N	W	P	Q		
1	9	7	2	5	128	9,5	11
2	9	7	2	4	128	6,5	0
3 *	19	7	2	3	128	6,5	37
4	15	5	3	4	243	9,7	13
5 *	20	5	3	3	243	5,8	35
6 *	24	5	3	2	243	5,0	46
7	20	4	4	4	256	8,8	10
8	20	4	4	3	256	6,2	20
9 *	9	4	4	2	256	3	67
10	10	3	5	5	125	17	0
11	11	3	5	4	125	8,8	9
12 *	10	3	5	3	125	5,1	60
13	16	5	3	4	243	9,8	19
14 *	16	5	3	2	243	3,5	73
15 *	9	5	3	2	243	3,3	2-я серия эксперимен- тов
16	4	5	3	4	243	1,3	
17 *	6	8	3	4	3 ⁸	—	

N — число критериев; W — число градаций на шкалах их оценок; P — число классов; Q — число классифицируемых объектов; E — среднее число допущенных ошибок; % — процент испытуемых, справившихся с заданием; * — сложность данной задачи находится в границах возможностей человека.

табл. 1. Как видно из таблицы, среднее число ошибок зависит от сложности задачи классификации. Использование метода ANOVA для определения зависимости количества ошибок от параметров N и W_i позволило получить следующий результат: при фиксированном отношении N и W число ошибок (число замен) значимо зависит от числа классов решений P .

Среднее время, затрачиваемое испытуемыми на вынесение одного суждения о принадлежности объекта к тому или иному классу, составляло 14 сек. Дополнительный анализ качества выполнения классификации, проведенный для каждого испытуемого в соответствии с критериями: качество и количество ошибок и сложность решающего правила, — позволил вынести суждение, справился ли испытуемый с заданием. Процент испытуемых, успешно

справившихся с заданием в каждом из экспериментов, представлен в табл. 1. Например, в эксперименте 9 при $N = 4$ (число критериев), $W_i = 4$, $i = 1, \dots, n$ (число оценок на порядковых шкалах), $P = 2$ (число классов решений) 67 % испытуемых справились с задачей (среднее число ошибок равнялось 3). При том же $N = 4$ и $W_i = 4$, но уже при $P = 4$, 90 % испытуемых не справились с задачей, причем наблюдалось резкое увеличение числа противоречий и ошибок (среднее число замен равнялось 8,8). Были найдены такие значения N , W_i , P , что при увеличении одного из этих параметров значительная часть испытуемых переставала справляться с задачей. Было условно определено, что если как минимум треть испытуемых из группы, состоявшей обычно из 10—15 чел., успешно справляется с задачей, то задача классификации данной сложности находится в пределах возможностей человека. Процент испытуемых, успешно справившихся с заданием, указан в табл. 1. Эксперименты, в которых в соответствии с нашими критериями сложность задачи классификации находится в пределах возможностей испытуемых, отмечены звездочкой (*).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПЕРВОЙ СЕРИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Результаты экспериментов подтвердили гипотезу о существовании определенных «границ» возможностей испытуемых в задачах многокритериальной классификации. Полученные результаты показывают, что при определенных значениях параметров происходит резкое увеличение числа противоречий и замен. Испытуемые перестают справляться с задачей, и по их ответам невозможно установить границы между классами. В чем же причина такого явления? Для ответа на этот вопрос был проведен специальный анализ. Как уже отмечалось, результаты работы испытуемых могут быть представлены в виде элементов границ между классами. Эти элементы показывают, что все альтернативы, доминирующие над ними, относятся к более высоким классам, а доминируемые ими — к более низким. После приведения ответов испытуемых к непротиворечивому виду по алгоритмам, предложенным в работе [3], можно легко определить границы между классами. Границы между классами характеризуются как количеством элементов границы, так и их сложностью — количеством оценок в элементах границ, отличных от пер-

вых. Проведенный содержательный анализ элементов границ, а также их сопоставление с результатами анализа письменных протоколов показали, что элементы границы не являются независимыми. Обычно совокупность нескольких элементов границ отражают более общие правила, которые имеют для испытуемых четкое смысловое содержание. Такие правила могут быть определены путем группировки элементов границ по их близости (по содержанию одинаковых оценок). Эти правила достаточно просты для запоминания. Для примера приведем одно из правил, использовавшихся студентами: если квартира в промышленном районе и одновременно дорогая, то она не подходит (3-й класс), если только не имеет очень удобную планировку. Совокупность такого рода правил отражается в элементах границ между классами, объединяя их в структурные единицы информации. Стратегии, использовавшиеся испытуемыми, можно представить как совокупность таких правил. Для двух экспериментов (эксперименты 4 и 13), в которых испытуемые не справились с задачей классификации, и для двух экспериментов (эксперименты 6 и 14), в которых испытуемые справились с ней, для каждого испытуемого были выделены правила, используемые ими при классификации в виде структурных единиц информации, объединяющих элементы границ между классами. При анализе оказалось, что в случаях, когда испытуемые справлялись с задачей, количество используемых испытуемыми правил не превышало 8. В случаях, когда испытуемые не справлялись с задачей, формальный анализ позволил выявить существование большего числа правил. Усредненное для групп испытуемых количество правил, используемых для классификации в экспериментах 4 и 13, составляло 12 правил, а в экспериментах 6 и 14—5 правил.

Наиболее вероятное объяснение этих данных состоит в следующем. При решении очередной задачи отнесения альтернативы к тому или иному классу испытуемый вынужден помещать в кратковременную память все правила, представляющие собой как бы структурные единицы информации, которыми он оперирует. Как известно, объем кратковременной памяти (КП) ограничен. Данные различных работ [5; 10] указывают, что этот объем не превышает 7—9 структурных единиц информации (блоков), причем их размер может быть различным.

В случае, когда испытуемые использовали при классификации не более 9 правил (структурные единицы ин-

формации), они справлялись с задачей. При попытке использовать большее число структурных единиц информации часть из них отсутствовала в моменты принятия решений в кратковременной памяти, что и приводило к резкому возрастанию числа ошибок и противоречий.

Полученные в работе данные о среднем времени, затрачиваемом на вынесение суждения о принадлежности объекта к какому-либо классу, косвенным образом также подтверждают это предположение. Среднее время на выполнение одной классификации в первой серии экспериментов составляет 14 сек. А поскольку время, требуемое для фиксации информации в долговременной памяти, согласно данным работы [10], составляет порядка 5 сек, то можно сделать вывод, что в процессе классификации нет активного обмена информацией между структурами долговременной и кратковременной памяти. Согласно данным работы [11], время выполнения одной операции в КП занимает порядка 100 мсек. Несопоставимость этого времени с промежутком времени, требуемым для обращения к долговременной памяти, вынуждает систему переработки информации в КП минимизировать связи с долговременной памятью, замедляющей на 2—3 порядка скорость переработки информации.

АНАЛИЗ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВТОРОЙ СЕРИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Основная цель этой серии экспериментов заключалась в оценке того, как профессионалы справляются с задачами классификации и в какой мере выводы, полученные с группами студентов и школьников, могут быть перенесены на реальные практические задачи классификации.

Было проведено 3 эксперимента, в которых задача многокритериальной классификации была совмещена с профессиональными задачами испытуемых. В эксперименте 15 испытуемые осуществляли классификацию предлагаемых к публикации препринтов ($N = 5$, $W_i = 3$, $P = 2$). Среднее количество допущенных ошибок представлено в табл. 1. Проведенный анализ свидетельствовал, что все испытуемые (члены редакционно-издательского совета), кроме одного, справились с задачей классификации при двух классах решений. Анализ границ между классами свидетельствовал, что никто из испытуемых не использовал в процессе классификации более пяти правил, объе-

диняющих элементы границ в структурные единицы информации.

Мы ожидали, что с усложнением задачи (эксперимент 16, 4 класса решений) увеличится, как и ранее, количество ошибок. Однако число ошибок оказалось даже меньшим (см. табл. 1). В связи с этим особенный интерес представлял анализ стратегий испытуемых. Результаты анализа границ между классами свидетельствовали, что испытуемые с возрастанием сложности задачи резко упростили свои стратегии. В связи с этим два из четырех испытуемых в соответствии с критерием «сложность решающего правила» не справились с задачей классификации, несмотря на незначительное количество допущенных ошибок.

Число используемых при классификации правил не превышало выше отмеченного объема КП. Следует отметить, что, несмотря на то, что предметное содержание задачи классификации испытуемым было профессионально близко, сама задача классификации препринтов, представленных посредством описания их критериальных оценок, была для них необычна.

В последнем же эксперименте этой серии мы хотели посмотреть, как профессионалы решают привычные для них, повторяющиеся в их практике задачи многокритериальной классификации. Эксперимент был проведен с группой врачей, участвовавших в построении экспертных систем.

Врачи на основании знания ряда диагностических признаков классифицировали заболевания в соответствии со степенью подозрения на аппендицит. Параметры решаемой ими задачи классификации приведены в табл. 1. Ясно, что число сочетаний оценок при данных параметрах слишком велико для того, чтобы врач мог оценить напрямую возможные сочетания. Поэтому здесь, в отличие от других экспериментов, для получения информации использовалась разработанная нами система КЛАСС [8] построения полных и непротиворечивых баз знаний. При работе с этой системой врач оценивал предъявляемое ему сочетание оценок (как и в других экспериментах), но предъявлялись уже не все, а часть сочетаний оценок, причем каждый ответ эксперта распространялся на другие сочетания оценок по отношению доминирования. При этом все сочетания оценок классифицировались (прямо или косвенно, через отношение доминирования) несколько раз с целью проверки эксперта на непрото-

речивость. При проявлении противоречия оно сразу же предъявлялось испытуемому, который, устраняя противоречия, уточнял свои предпочтения. Таким образом, система КЛАСС помогла испытуемым справиться с более сложными задачами. Нас интересовало, какое количество правил использовали врачи при вынесении суждений. Анализ элементов границ между классами позволил выделить в них структурные единицы информации, отражающие количество и сложность используемых при классификации решающих правил.

Проведенный анализ показал, что при решении этих задач использовалось не более 9 правил. Все испытуемые в соответствии с числом ошибок и сложностью решающих правил справились с задачей классификации, сложность которой превышала границы возможностей испытуемых, демонстрируемых в других экспериментах. На наш взгляд, это можно объяснить следующим образом. Прежде всего сама система КЛАСС расширяла возможности испытуемых, предъявляя им для исправления противоречивые ответы по ходу их появления. Кроме того, в повторяющихся задачах классификации, что и имеет место у врачей, правила и отражающие их структурные единицы информации формируются в течение длительного времени на многих конкретных ситуациях, встречаемых в их профессиональной деятельности. Интересно отметить, что размеры используемых при классификации структурных единиц информации у врачей очень велики по сравнению с другими испытуемыми и достигают 8—10 элементов. Оперирование в процессе классификации более крупными структурными единицами позволяет испытуемым группировать правила классификации, снижая тем самым нагрузку на кратковременную память.

Итак, можно сделать вывод, что поведение опытных лиц, принимающих решение при усложнении задач классификации, отличается от поведения обычных людей. При решении новых, не повторяющихся в их практике задач классификации, сложность которых превышает границы их возможности, они стремятся прежде всего быть последовательными, непротиворечивыми. Для этого они упрощают свою задачу, отбрасывая часть критериев из рассмотрения, переводя их в ограничения. Существенно упрощая при этом задачу, они практически решают вместо исходной задачи другую, приспособленную к возможностям человеческой системы переработки информации. При решении же повторяющихся задач многокритериальной

классификации ЛПР использует более сложные правила, справляясь с задачами, находящимися за границей его возможностей, наблюдаемых при решении им новых, уникальных задач.

Однако и здесь возможности ЛПР не безграничны. Количество используемых в этих задачах структурных единиц информации не превышает объема кратковременной памяти.

ОБЩЕЕ ОБСУЖДЕНИЕ

Для интерпретации полученных в работе результатов полезно обратиться к предложенной в [1; 7] классификации проблем принятия решений. В зависимости от выраженности в проблеме выбора тех или иных качеств выделены задачи: с объективными или субъективными моделями; повторяющиеся или уникальные; целостного или критериального экспертного выбора. Общие для всех людей ограничения в объеме кратковременной памяти по-разному проявляются в этих проблемах благодаря тому, что структурные единицы информации, которыми оперируют люди в этих задачах, отличаются и структурой, и размером. В соответствии с приведенной классификацией результаты первых 16 экспериментов относятся к уникальным задачам критериально-экспертного выбора с субъективными моделями.

Что же показывают полученные результаты применительно к задачам такого типа? Прежде всего, мы видим доказательства существования поразительно четких границ возможностей человека в задачах многомерной классификации.

Эти границы замаскированы у опытных ЛПР их умением резко упрощать задачу и переходить, по сути дела, к стратегии «последовательного исключения по аспектам» [13], при которой нагрузка на кратковременную память минимальна, хотя сама задача искажается. Применительно к новым задачам критериально-экспертной классификации полученные в работе результаты позволили сделать заключение о возможностях человека при решении 90 разных по сложности задач классификации. Так, данные эксперимента 3, которые свидетельствовали, что задача классификации объектов на 3 класса, характеризуемых 7 критериями и 2 градациями на шкалах их оценок, находится в границах возможностей человека, позволили сделать заключение, что еще 12 заведомо более

Таблица 2

Количество оценок на порядковых шкалах	Количество классов решений			
	2	3	4	5
2	7—8	6—7	4—5	3
3	5—6	3—4	2—3	2
4	2—3			

легких задач также находятся в пределах возможностей человека.

Результаты оценки возможностей человека в задачах разной сложности сведены в табл. 2, где в клетках указано предельное число критериев, при которых испытуемые еще справляются с задачей многокритериальной классификации [3]. Невозможность решения задач более сложных, чем указаны в табл. 2, выражается в многочисленных противоречиях, допускаемых ошибках или упрощении задачи в ущерб ее содержательной стороне.

Что касается повторяющихся задач критериально-экспертной классификации, возможности ЛПР расширяются за счет использования более крупных структурных единиц информации, отражающих их профессиональный опыт. Однако и в этих задачах количество используемых структурных единиц информации не превышало 9.

Возникает вопрос, насколько непреодолимы для человека очерченные выше границы? Есть ли возможности фактически расширить способности человека решать сложные многокритериальные задачи?

На наш взгляд, такие возможности имеются. Мы уже упомянули о возможности создания специальных человеко-машинных систем, расширяющих возможности человека, примером которых является система КЛАСС [8]. Но имеются и другие выходы без использования ЭВМ. Один из них состоит в попытке замены параллельных задач с большой нагрузкой на кратковременную память на задачи последовательные. Прежде всего, следует упомянуть об иерархических решающих правилах, когда можно использовать иерархию классификаций [4]. Необходимым условием для этого является содержательность для эксперта понятий, используемых на каждом уровне иерархии. Конечно, этот подход не универсален и в каждом случае должен применяться творчески. Также в спе-

циальных экспериментах нами проверялась эффективность различных стратегий выборочной классификации, при которой классификация осуществляется как бы последовательно (сначала выбираются все объекты, относящиеся к 1-му классу, затем — ко 2-му классу и т. д.), что позволило снизить число допущенных ошибок в 1,5 раза по сравнению с условиями обычной классификации, когда испытуемый, последовательно рассматривая каждый объект, относит его к тому или иному классу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе анализируются возможности человека по выполнению сложных когнитивных операций, совершаемых им по преобразованию уже полученной информации. На наш взгляд, результаты свидетельствуют о том, что существуют определенные ограничения возможностей человека в широком круге интеллектуальных задач. Эти ограничения объективны и определяются особенностями человеческой системы переработки информации. Мы думаем, что такие же пределы и ограничения можно установить и в других задачах принятия решений, нужны лишь новые критерии оценки поведения и новые эксперименты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянов С. В., Ларичев О. И. Многокритериальные методы принятия решений. М., 1985. (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Математика, кибернетика», № 10).
2. Ларичев О. И., Мошкович Е. М. О возможностях получения от человека непротиворечивых оценок многомерных альтернатив // *Дескриптивные исследования процедур принятия решений*. М., 1980.
3. Ларичев О. И., Мошкович Е. М. Задачи непосредственной классификации при принятии решений // *ДАН*. 1986. Т. 287, № 6.
4. Ларичев О. И., Нагинская В. С., Мечитов А. И. Интерактивная процедура выбора проектов промышленных зданий // *Процедуры оценивания многокритериальных объектов*. М., 1984.
5. Миллер Г. Магическое число семь плюс или минус два // *Инженерная психология*. М., 1964.
6. *Jungerman H. The two rationality camps // Decision making under uncertainty*/Scholz W. (Ed.). Amsterdam, 1983.
7. *Larichev O. I. Psychological validation of decision methods // Journal of Applied System Analysis*. 1984, Vol. 11.

8. *Larichev O., Moshkovich H., Furems E.* Decision support system «CLASS» // New Direction in Research on Decision Making/ Brehmer B., Jungerman H., Lourens P., Sevon G. (Ed.). Elsevier Science Publishers. 1986.
9. *Russo I., Rosen L.* An eyefixation analysis of multialternative choice // Memory and cognition. 1975. Vol. 3.
10. *Simon H.* The sciences of the artificial (second edition). L., 1981.
11. *Simon H.* Information-Processing Theory of Human Problem Solving // Handbook of Learning and Cognitive Processing. Vol. 5: Human Information Processing. Ed: Ectes, LEA, 1978.
12. *Tversky A.* Intransitivity of preferences // Psychological Review. 1969. Vol. 76.
13. *Tversky A.* Elimination by aspects: A theory of choice // Psychological review. 1972. Vol. 79.

Ларичев О. И., Мошкович Е. М., Ребрик С. Б. О возможностях человека в задачах классификации многокритериальных объектов // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник / Под ред. Д. М. Гвишиани, В. Н. Садовского. — № 20. 1988. М.: Наука, 1989.— С. 248–263.

```
@InBook{Larichev_Moshkovich_Rebrik_1988b,
  author = "Ларичев, О. И. and Мошкович,
            Е. М. and Ребрик, С. Б.",
  title = "О возможностях человека в
            задачах классификации
            многокритериальных объектов",
  booktitle = "Системные исследования.
            Методологические проблемы.
            Ежегодник",
  publisher = "Наука",
  editor = "Гвишиани, Д. М. and
            Садовского, В. Н.",
  number = "20. 1988",
  pages = "248--263",
  year = "1989",
  address = "М.",
  language = "russian",
  numpages = "336",
}
```