

3. Наиболее перспективным является создание совместных предприятий, предусматривающих использование стратегии совместной деятельности, которая включает в себя стратегию передачи ресурсов или отдельных видов деятельности, стратегию обмена ресурсами или взаимодополняющими видами деятельности, стратегию создания общего фонда для будущей совместной деятельности. При создании совместных предприятий особая роль принадлежит культуре (стилю работы) будущих партнеров, которая определяет нормы их поведения в бизнесе, методах работы, ориентацию на рынок или на производство и разработку.

Литература: 1. Селезнев А. М. Научный потенциал современного общества. — М.: Изд. МГУ, 1989. — 252 с. 2. Бадрак В. Авиакосмический МАКС: большая дружба минус Ан-70 // Зеркало недели. — 2003. — 30 августа. 3. Науково-технічний потенціал України: стан, проблеми, перспективи розвитку. — К.: ЦДПІ ім. Г. М. Доброва НАНУ. — 2000. — 64 с.

Стаття надійшла до редакції
05.02.2007 р.

УДК 519.816:519.22

**Плоткин В. И.
Попеленко А. А.**

МЕТОДИКА СОГЛАСОВАНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ДАННЫХ

The article is devoted to the technique which allows to obtain rapid concordance of the expert data presented as matrix of pair comparison, is considered. It is based on the features of mathematical structure of matrix of pair comparison using of T. Saati birth-certificate.

The technique allows to automatize the process of search of the concordate decisions.

В современных условиях быстрого развития информационных технологий и связанного с этим расширения информационного пространства постиндустриальное общество ускоренными темпами преобразуется в информационное. При этом информация стала одним из важных стратегических ресурсов. Это привело к широкому развитию экспертных систем, обрабатывающих большие объемы информации.

С ростом числа сравниваемых факторов метод парных сравнений, несмотря на свою простоту применения, не позволяет получить быстро хороший результат. Только используя повторные "встречи" экспертов, обсуждение полученных ранее результатов, а также привлечение группы экспертов для выработки коллективных решений позволяют добиться приемлемой согласованности в исходных данных, которые подлежат обработке. Согласование мнений экспертов представляет актуальную задачу для всех специалистов, использующих различные экспертные системы.

В известной методике [1] оценка согласованности экспертных данных, представляемых в виде матрицы парных сравнений с использованием шкалы Т. Саати, производится с помощью оценки согласованности I_s . Этот показатель рассчитывается по формуле:

$$I_s = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1},$$

где n — порядок матрицы парных сравнений $A = \{a_{ij}\}$, $i, j = 1, 2, \dots, n$;
 $\lambda_{\max}$ — максимальное или главное собственное значение матрицы A .

Матрица используется для вычисления вектора $W = \{W_i\}$, $i = 1, 2, \dots, n$ — вектора относительных приоритетов для сравниваемых факторов $F_1, F_2, \dots, F_n$. Вектор W получается в результате нормализации главного собственного вектора $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, $i = 1, 2, \dots, n$ матрицы A , соответствующего значению $\lambda_{\max}$.

Если $I_s < 0,1$, то считается, что исходные данные, то есть полученные экспертные данные $a_{ij} \in A$, практически согласованные.

Если значение $I_s > 0,1$, то представленные экспертные данные считаются несогласованными, их не рекомендуется использовать для прогнозирования, для принятия каких-либо решений и т. п. Несогласованность проявляется как следствие нарушения транзитивности элементов матрицы суждений A , которая возрастает с увеличением порядка матрицы n .

Попарно сравнивая элементы множества $F_1, F_2, \dots, F_n$ и заполняя матрицу A , эксперт должен выполнить $k = \frac{n \times (n-1)}{2}$

сравнений. При значении $n > 5$, как правило, в первых турах экспертизы не удается не нарушить свойство транзитивности. В этом случае матрица A получается несогласованной.

Между тем свойства матрицы A позволяют построить простую процедуру, которая требует обязательных только $(n - 1)$ парных сравнений и возможно некоторого дополнительного их количества для уточнения согласованного решения.

Целью статьи является разработка методики быстрого согласования экспертных данных, представленных в виде матрицы парных сравнений (A).

Рассмотрим основные свойства такой матрицы. Матрица парных сравнений A с использованием шкалы оценок Т. Саати относится к положительным квадратным обратным симметричным матрицам.

Матрица A имеет следующую структуру:

1. Элементы матрицы, расположенные на главной диагонали, равны 1, то есть, $a_{ij} = 1$, $i, j = 1, 2, \dots, n$.
2. Элементы матрицы, расположенные симметрично относительно ее главной диагонали, обратносимметричны, то есть,

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, i, j = 1, 2, \dots, n, i \neq j.$$

Для согласованной матрицы A справедливы следующие эквивалентные утверждения:

- 1) матрица A имеет ранг, равный единице;
- 2) матрица A имеет единственное собственное значение $\lambda = \lambda_{\max}$;
- 3) строки матрицы A инвариантны, то есть каждая строка является положительным кратным любой заданной строки (кардинальное свойство согласованной матрицы).

Указанные свойства позволяют в процессе получения экспертных данных выполнить только $(n - 1)$ парных сравнений для формирования любой строки матрицы суждений. Лучше это сделать для первой строки. Затем, используя свойство кардинальности, сформировать согласованную матрицу парных решений. Далее предложить эксперту "работать" с такой матрицей, элементами которой теперь будут "выступать" как динамические подсказки в дальнейшей работе эксперта.

Учитывая вышеизложенное, методика быстрого согласования экспертных данных включает выполнение следующих шагов.

1-й шаг. Задание матрицы A :

$$A = \{a_{ij}\} = 1, i, j = 1, 2, \dots, n.$$

2-й шаг. Формирование 1-й строки матрицы осуществляет эксперт:

$$a_{1j} = 1, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{1n},$$

где a_{ij} , $j = 2, \dots, n$ — данные, поступающие от эксперта.

Это обязательный начальный итог адаптации. В соответствии со свойством обратной симметричности будет сформирован и первый столбец матрицы.

3-й шаг. Формирование инвариантных строк матрицы (их количество равно $(n - 1)$):

$$a_{ii} = a_{i1} - a_{1i}, \quad i = 2, \dots, n, \quad j = i, \dots, n.$$

Для сформированной матрицы имеет место $\lambda_{\max} = n$ и $I_s = 0$.

4-й шаг. Приведение элементов матрицы к шкале Т. Саати. Такое приведение проводится с целью удобства работы эксперта при последующей коррекции элементов матрицы А.

Для преобразования элементов a_{ij} текущей матрицы А служит табл. 1. Выполняя сканирование строк матрицы для всех $a_{ij} \geq 1$, выбирают значения из правого столбца. Значения для симметричных элементов матрицы находят по ее свойству:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$$

Таблица 1

Таблица приведения значений элементов матрицы к шкале Т. Саати

Текущее значение элемента a_{ij}	Результат приведения
$1 \leq a_{ij} < 1,5$	1
$1,5 \leq a_{ij} < 2,5$	2
$2,5 \leq a_{ij} < 3,5$	3
$3,5 \leq a_{ij} < 4,5$	4
$4,5 \leq a_{ij} < 5,5$	5
$5,5 \leq a_{ij} < 6,5$	6
$6,5 \leq a_{ij} < 7,5$	7
$7,5 \leq a_{ij} < 8,5$	8
$8,5 \leq a_{ij}$	9

5-й шаг. Анализируя результаты начальной адаптации, эксперт по своему усмотрению корректирует значения элементов матрицы А (после приведения ее к шкале Т. Саати), контролируя свои действия с помощью текущих оценок согласованности $\lambda_{\max}$ и I_s .

Рассмотрим на примере согласование экспертных данных, используя предложенную методику.

1-й шаг. Пусть исходная матрица А имеет порядок $n = 6$ (табл. 2).

Таблица 2

Исходная матрица А

	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
F_1	1					
F_2		1				
F_3			1			
F_4				1		
F_5					1	
F_6						1

2-й шаг. Начальный этап работы эксперта – заполнение первой строки матрицы (табл. 3).

Таблица 3

Заполнение первой строки матрицы

	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
F_1	1	4	3	1	3	4
F_2	1/4	1				
F_3	1/3		1			
F_4	1			1		
F_5	1/3				1	
F_6	1/4					1

3-й шаг. Формирование остальных строк матрицы, кратных 1-й строке, достигается путем умножения 1-й строки на соответствующие элементы 1-го столбца (табл. 4).

Таблица 4

Формирование матрицы

	F_1	F_3	F_3	F_4	F_5	F_6
F_1	1	4	3	1	3	4
F_2	0,25	1	0,75	0,25	0,75	1
F_3	0,33	1,33	1	0,33	1	1,33
F_4	1	4	3	1	3	4
F_5	0,33	1,33	1	0,33	1	1,33
F_6	0,25	1	0,75	0,25	0,75	1

4-й шаг. Приведение матрицы, полученной на 3-м шаге, к шкале Т. Саати, используя табл. 1 (табл. 5).

Таблица 5

Приведение матрицы к шкале Т. Саати

	F_1	F_3	F_3	F_4	F_5	F_6
F_1	1	4	3	1	3	4
F_2	1/4	1	1	1/4	1	1
F_3	1/3	1	1	1/3	1	1
F_4	1	4	3	1	3	4
F_5	1/3	1	1	1/3	1	1
F_6	1/4	1	1	1/4	1	1

5-й шаг. Коррекция отдельных элементов матрицы. Пусть принимается решение об изменении значений во второй строке

$$a_{23} = 4; a_{24} = 1; a_{25} = 1/2.$$

Получаем характеристики согласованности:

$$\lambda_{\max} = 6,428; I_s = 0,086$$

Вектор $V = \{0,329; 0,128; 0,079; 0,261; 0,112; 0,091\}$.

Полученный здесь результат лучше по согласованности, чем в источнике [2].

Предложенная методика может быть рекомендована для использования в автоматизированных локальных экспертных системах при анализе различных процессов, в том числе и экономических (например, оценки деятельности менеджеров фирм, персонала в электронном бизнесе и др.). В диалоговом режиме удобно реализовывать пошаговую коррекцию матрицы, выполняемую экспертом в процессе поиска приемлемого решения.

Эксперименты с матрицами высокого порядка ($n > 10$) подтвердили предварительный вывод о том, что количество шагов коррекции k всегда меньше n ($k < n$).

Предварительный этап начальной адаптации очень важен. Его значимость может существенно возрасти, если предложить экспертам упорядочить элементы множества $F_1, F_2, \dots, F_n$ в соответствии со своими индивидуальными "интересами" (опытом, знанием проблемы и т. д.). Реализация такого ранжирования не вызывает никаких проблем в автоматизированных диалоговых системах.

Литература: 1. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Керис. – М: Радио и связь, 1991. – 224 с. 2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

Стаття надійшла до редакції
14.02.2007 р.