УДК 519.816

Н.М. Кораблёв

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

ФОРМАЛИЗАЦИЯ НЕЧЕТКОЙ ЭКСПЕРТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОЦЕНИВАНИИ КАЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ В БАЛЛЬНЫХ ШКАЛАХ

Рассматривается построение моделей экспертного оценивания признаков на основе семантических пространств при оценивании качественных признаков в балльных шкалах, которое требует дополнительного привлечения экспертов с целью парных сравнений объектов друг с другом. Предлагаемый подход позволяет анализировать наличие качественных признаков на основании сформированных функций принадлежности. Показаны перспективы применения полученных моделей экспертного оценивания в системах цифровой обработки информации.

Ключевые слова: *функция принадлежности, терм-множество, признак, семантическое пространство.*

Введение

Известно, что нечеткая экспертная информация трудно формализуема при использовании традиционных подходов [1, 2]. Использование аппарата теории нечетких множеств позволило устранить недостатки традиционных формализаций нечеткой экспертной информации [1 – 4]. С точки зрения этого подхода моделями экспертного оценивания признаков служат семантические пространства (СП), термы которых соответствуют уровням вербальных шкал, используемых для оценивания признаков [5 – 7]. Формализация методов построения СП для качественных признаков обеспечивает оперирование не со значениями самих признаков, измеренных в разных шкалах, а с функциями принадлежности (ФП) понятий, применяемых для оценивания признаков у реальных объектов. Формализация нечеткой информации на основе СП является фундаментом, на котором строятся методы обработки информации в рамках аппарата теории нечетких множеств. Эти методы используются для разработки экспертных систем, систем поддержки принятия решений, распознавания, классификации, идентификации, анализа данных и управления сложными процессами и др.

Для оценивания качественных признаков и для описания количественных признаков эксперты используют вербальные шкалы. Значениями вербальных шкал являются слова, выражающие степень интенсивности проявления признаков и являющиеся уровнями вербальных шкал. Задачи определения множества уровней вербальных шкал и количественных значений проявлений качественных признаков в рамках этих уровней являются одними из основных задач экспертного оценивания. В [8] рассмотрена формализация нечеткой информации, полученной в результате оценивания качественных признаков в вербальных шкалах.

С целью применения известных математических моделей обработки информации уровням вербальных шкал ставятся в соответствие числовые баллы, в результате чего вербальная шкала отображается на вербально-числовую шкалу. Определение значений баллов, поставленных в соответствие уровням вербальных шкал, является задачей, от решения которой зависит устойчивость результатов, полученных в рамках той или иной математической модели. При этом для оценивания качественных признаков в балльных шкалах требуется дополнительное привлечение эксперта для проведения сравнительных процедур. Следует отметить, что методы парных сравнений применялись для построения дискретных ФП нечетких множеств и не применялись для построения ФП моделей экспертного оценивания.

Данная статья посвящена формализации нечеткой экспертной информации или построению моделей экспертного оценивания признаков на основе СП в условиях применения балльной шкалы для оценивания качественного признака.

Основной материал

Построим СП на основе апостериорной информации, полученной в результате оценивания экспертом проявлений качественного признака X у совокупности объектов $Y_1, Y_2, ..., Y_N$ в рамках балльной шкалы. Минимальное количество баллов, которым может быть оценено проявление признака, равно нулю, максимальное количество баллов равно M. Кроме этого предполагается, что для оценивания рассматриваемого качественного признака разработана вербальная шкала с уровнями X_l, $l = \overline{1, m}$, расположенными в порядке возрастания интенсивности.

Обозначим через $y_j \in [0,1], j = \overline{1, N}$ относительные оценки проявления признака X, полученные делением оценок балльной шкалы на максимальную оценку M. Построим СП признака X с термами X_l, $l = \overline{1, m}$ (в соответствие с уровнями вербальной шкалы) и ФП $\mu_l(x)$, $l = \overline{1, m}$ T-чисел или нормальных треугольных чисел. ФП нормального треугольного числа $\tilde{A}$ определена в [6] и имеет вид:

$$\mu_{\tilde{A}}(x)=\begin{cases}1-\dfrac{a_1-x}{a_L}, & 0<\dfrac{a_1-x}{a_L}\le 1,\ a_L>0;\\ 1-\dfrac{x-a_2}{a_R}, & 0<\dfrac{x-a_2}{a_R}\le 1,\ a_R>0;\\ 1, & a_1\le x\le a_2;\\ 0, & x<a_1-a_L \text{ или } x>a_2+a_R,\end{cases} \qquad (1)$$

и график, изображенный на рис. 1.

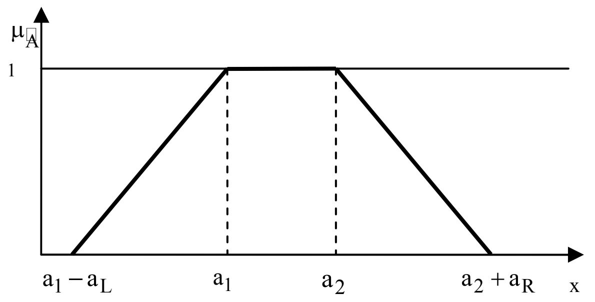

Рис. 1. ФП $\mu_{\tilde{A}}(x)$ Т-числа

Для построения необходима дополнительная экспертная информация, состоящая в предварительном отнесении полученных результатов к одному из уровней вербальной шкалы и в сравнении результатов между собой. Используем стандартный подход парных сравнений результатов наличия качественного признака, который применяется при построении ФП нечетких множеств [2].

Построение начнем с терма X_m, которое соответствует максимальной интенсивности проявления признака X. Для ФП этого терма будем считать типичной точку $x=1$, то есть $\mu_m(1)=1$.

Пусть $Y_1,...,Y_j,\ j\ge 3$ – объекты, отнесенные экспертом к уровню X_m. Расположим эти объекты в порядке убывания оценок $y_i,\ i=\overline{1,j}$. Получим условный порядковый ряд $Y_{(1)},Y_{(2)},...,Y_{(j)}$, которому соответствует числовой порядковый ряд $y_{(1)},y_{(2)},...,y_{(j)}$.

Произведем парные сравнения объектов условного порядкового ряда по шкале Саати и составим матрицу парных сравнений (МПС) [9]:

$$A_m=\begin{pmatrix}1 & a_{12} & a_{13} & ... & a_{1j}\\ \dfrac{1}{a_{12}} & 1 & a_{23} & ... & a_{2j}\\ \dfrac{1}{a_{13}} & \dfrac{1}{a_{23}} & 1 & ... & a_{3j}\\ . & . & . & ... & .\\ \dfrac{1}{a_{1j}} & \dfrac{1}{a_{2j}} & \dfrac{1}{a_{3j}} & ... & 1\end{pmatrix}.$$

Найдем ее собственные числа, для чего приравняем к нулю определитель

$$\begin{vmatrix}1-\lambda & a_{12} & a_{13} & ... & a_{1j}\\ \dfrac{1}{a_{12}} & 1-\lambda & a_{23} & ... & a_{2j}\\ \dfrac{1}{a_{13}} & \dfrac{1}{a_{23}} & 1-\lambda & ... & a_{3j}\\ . & . & . & ... & .\\ \dfrac{1}{a_{1j}} & \dfrac{1}{a_{2j}} & \dfrac{1}{a_{3j}} & ... & 1-\lambda\end{vmatrix}=0.$$

Выберем максимальное собственное число λ_{max} и найдем соответствующий этому числу собственный вектор $\overline{\omega}_m=\left(\omega_{m1},...,\omega_{mj}\right)$. Для этого решим систему уравнений, записанную в матричном виде

$$\begin{pmatrix}1-\lambda_{max} & a_{12} & a_{13} & ... & a_{1j}\\ \dfrac{1}{a_{12}} & 1-\lambda_{max} & a_{23} & ... & a_{2j}\\ \dfrac{1}{a_{13}} & \dfrac{1}{a_{23}} & 1-\lambda_{max} & ... & a_{3j}\\ . & . & . & ... & .\\ \dfrac{1}{a_{1j}} & \dfrac{1}{a_{2j}} & \dfrac{1}{a_{3j}} & ... & 1-\lambda_{max}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\omega_{m,1}\\ \omega_{m,2}\\ \omega_{m,3}\\ .\\ \omega_{m,j}\end{pmatrix}=0. \quad (2)$$

Известно [10], что система (2) имеет решение и $\omega_{m,i}>0,\ i=\overline{1,j}$. Если координаты собственного вектора не принадлежат отрезку [0,1], то находим $\hat{\omega}_m=\sum_{i=1}^{j}\omega_{m,i}$ и получаем $\hat{\omega}_{m,j}=\dfrac{\omega_{m,j}}{\hat{\omega}_m},\ i=\overline{1,j}$.

Будем считать $\hat{\omega}_{m,i},i=\overline{1,j}$ степенью принадлежности объекта $Y_{(i)},\ i=\overline{1,j}$ терму X_m. Так как для каждого объекта $Y_{(i)},\ i=\overline{1,j}$ найдены оценки $y_{(i)}\in[0,1],\ i=\overline{1,j}$, то будем считать, что эти оценки принадлежат терму X_m соответственно со степенями принадлежности $\hat{\omega}_{m,i},\ i=\overline{1,j}$.

Чтобы получить ФП $\mu_m(x)$ терма X_m, левая граница которой будет иметь вид $y=a_m x+b_m$, а правая граница вид $x=1$, воспользуемся методом наименьших квадратов (МНК):

$$F_m=\sum_{i=1}^{j}\left(a_m y_{(i)}+b_m-\omega_{mi}\right)^2\to\min. \qquad .(3)$$

Из системы нормальных уравнений

$$\begin{cases}\dfrac{\partial F_m}{\partial a_m}=0\\ \dfrac{\partial F_m}{\partial b_m}=0\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}a_m\sum\limits_{i=1}^{j}y_{(i)}^2+b_m\sum\limits_{i=1}^{j}y_{(i)}=\sum\limits_{i=1}^{j}y_{(i)}\omega_{mi},\\ a_m\sum\limits_{i=1}^{j}y_{(i)}+jb_m=\sum\limits_{i=1}^{j}\omega_{mi},\end{cases}$$

найдем неизвестные коэффициенты a_m, b_m:

$$b_m = \frac{j\sum_{i=1}^{j} y_{(i)}\omega_{mi} - \left(\sum_{i=1}^{j} y_{(i)}\right)\left(\sum_{i=1}^{j}\omega_{mi}\right)}{j\sum_{i=1}^{j} y_{(i)}^2 - \left(\sum_{i=1}^{j} y_{(i)}\right)^2}; \quad (4)$$

$$a_m = \frac{1}{j}\sum_{i=1}^{j}\omega_{mi} - \frac{1}{j}\sum_{i=1}^{j} y_{(i)} \times$$
$$\times \frac{j\sum_{i=1}^{j} y_{(i)}\omega_{mi} - \left(\sum_{i=1}^{j} y_{(i)}\right)\left(\sum_{i=1}^{j}\omega_{mi}\right)}{j\sum_{i=1}^{j} y_{(i)}^2 - \left(\sum_{i=1}^{j} y_{(i)}\right)^2}. \quad (5)$$

Если выполняется условие $y(1) = a_m + b_m > 1$, то ФП терма X_m будет ФП Т-числа:

$$\mu_m(x) = \begin{cases} 0, & 0 \le x \le -\frac{b_m}{a_m}; \\ a_m x + b_m, & -\frac{b_m}{a_m} < x \le 1 - \frac{1-b_m}{a_m}; \\ 1, & \frac{1-b_m}{a_m} < x \le 1. \end{cases} \quad (6)$$

Если $y(1) = a_m + a_m \le 1$, то левая граница ФП ищется в виде $y = a_m x + 1 - a_m$. Неизвестный коэффициент a_m находится по МНК:

$$F_m = \sum_{i=1}^{j}\left(a_m y_{(i)} + 1 - a_m - \omega_{mi}\right)^2 \to \min; \quad (7)$$

$$\frac{\partial F_m}{\partial a_m} = 0 \Leftrightarrow a_m = \frac{\sum_{i=1}^{j}(y_{(i)} - 1)(\omega_{mi} - 1)}{\sum_{i=1}^{j}(y_{(i)} - 1)^2}. \quad (8)$$

В этом случае ФП терма X_m будет ФП нормального треугольного числа:

$$\mu_m(x) = \begin{cases} 0, & 0 \le x \le \frac{a_m - 1}{a_m}; \\ a_m x + 1 - a_m, & \frac{a_m - 1}{a_m} < x \le 1. \end{cases} \quad (9)$$

Определение левого крыла ФП терма X_m дает однозначное определение правого крыла ФП $\mu_{m-1}(x)$ терма X_{m-1}, то есть при $-\frac{b_m}{a_m} < x \le \frac{1-b_m}{a_m}$ $\mu_{m-1}(x) = 1 - a_m x - b_m$.

Рассмотрим объекты, отнесенные экспертом к уровню X_{m-1}. Пусть $Y_{(j+1)},...,Y_{(j+v)}$, $v \ge 3$ – объекты, отнесенные экспертом к уровню X_{m-1}. Расположим эти объекты в порядке убывания оценок y_i, $i = \overline{j+1, j+v}$. Получим условный порядковый ряд $Y_{(j+1)}, Y_{(j+2)},..., Y_{(j+v)}$, которому соответствует числовой порядковый ряд $y_{(j+1)}, y_{(j+2)},..., y_{(j+v)}$.

Произведем парные сравнения объектов этого ряда по шкале Саати, составим МПС и найдем ее собственный вектор $\overline{\omega_{m-1}} = (\omega_{m-1,1},...,\omega_{m-1,v})$, соответствующий максимальному собственному числу. Будем считать, что оценки $y_{(i)} \in [0,1]$, $i = \overline{j+1, j+v}$ принадлежат терму X_{m-1} соответственно со степенями принадлежности ω_{m-1}, $i = \overline{1, v}$. Чтобы получить ФП $\mu_{m-1}(x)$ терма X_{m-1}, левая граница которой будет иметь вид $y = a_{m-1}x + b_{m-1}$, воспользуемся МНК:

$$F_{m-1} = \sum_{i=1}^{v}\left(a_{m-1}y_{(j+i)} + b_{m-1} - \omega_{m-1}\right)^2 \to \min. \quad (10)$$

Из системы нормальных уравнений

$$\frac{\partial F_{m-1}}{\partial a_{m-1}} = 0, \ \frac{\partial F_{m-1}}{\partial b_{m-1}} = 0$$

найдем неизвестные коэффициенты a_{m-1}, b_{m-1}:

$$b_{m-1} = \frac{v\sum_{i=1}^{v} y_{(j+i)}\omega_{m-1,i} - \left(\sum_{i=1}^{v} y_{(j+i)}\right)\left(\sum_{i=1}^{v}\omega_{m-1,i}\right)}{v\sum_{i=1}^{v} y_{(j+i)}^2 - \left(\sum_{i=1}^{v} y_{(j+i)}\right)^2}; \quad (11)$$

$$a_{m-1} = \frac{1}{v}\sum_{i=1}^{v}\omega_{m-1,i} - \frac{1}{v}\sum_{i=1}^{v} y_{(i+i)} \times$$
$$\times \frac{v\sum_{i=1}^{v} y_{(i+i)}\omega_{m-1,i} - \left(\sum_{i=1}^{v} y_{(j+i)}\right)\left(\sum_{i=1}^{v}\omega_{m-1,i}\right)}{v\sum_{i=1}^{v} y_{(j+i)}^2 - \left(\sum_{i=1}^{v} y_{(j+i)}\right)^2}. \quad (12)$$

Если выполняется условие

$$y(-b_m / a_m) = -a_{m-1}(b_m / a_m) + b_{m-1} > 1,$$

то ФП терма X_{m-1} будет ФП Т-числа:

$$\mu_{m-1}(x) = \begin{cases} 0, & 0 \le x \le -\frac{b_{m-1}}{a_{m-1}}; \\ a_{m-1}x + b_{m-1}, & -\frac{b_{m-1}}{a_{m-1}} < x \le \frac{1-b_{m-1}}{a_{m-1}}; \\ 1, & \frac{1-b_{m-1}}{a_{m-1}} < x \le -\frac{b_m}{a_m}; \\ 1 - a_m x - b_m, & -\frac{b_m}{a_m} < x \le \frac{1-b_m}{a_m}; \\ 0, & \frac{1-b_m}{a_m} < x \le 1. \end{cases} \quad (13)$$

Если это условие не выполняется, то предполагается, что $-a_{m-1}\frac{b_m}{a_m} + b_{m-1} = 1$. Неизвестный коэффициент a_{m-1} находится из условия

$$F_{m-1} = \sum_{i=1}^{v} \left(a_{m-1} y_{(j+i)} + b_{m-1} - \omega_{m-1,i} \right)^2 \to \min . \quad (14)$$

В этом случае ФП будет ФП нормального треугольного числа:

$$\mu_{m-1}(x) = \begin{cases} 0, & 0 \le x \le -\dfrac{a_m + a_{m-1} b_m}{a_m a_{m-1}}; \\ a_{m-1} x + 1 + a_{m-1} \dfrac{b_m}{a_m}, & -\dfrac{a_m + a_m b_m}{a_m a_{m-1}} < x \le -\dfrac{b_m}{a_m}; \\ 1 - a_m x - b_m, & -\dfrac{b_m}{a_m} < x \le \dfrac{1 - b_m}{a_m}; \\ 0, & \dfrac{1 - b_m}{a_m} < x \le 1. \end{cases} \quad (15)$$

Определение левой границы ФП терма X_{m-1} дает однозначное определение правой границы ФП $\mu_{m-2}(x)$ терма X_{m-2}, т. е. при $-\dfrac{b_{m-1}}{a_{m-1}} < x \le \dfrac{1 - b_{m-1}}{a_{m-1}}$ $\mu_{m-2}(x) = 1 - a_{m-1} x - b_{m-1}$.

Построение ФП $\mu_l(x)$, $l = \overline{3, m-2}$ осуществляется аналогично описанному выше построению.

Остановимся на построения ФП $\mu_1(x)$ и $\mu_2(x)$. Левая граница ФП $\mu_3(x)$ однозначно определяет правую границу ФП $\mu_2(x)$. Остается построить ФП $\mu_1(x)$, которая однозначно определит левую границу ФП $\mu_2(x)$, или построить левую границу ФП $\mu_2(x)$ и тем самым однозначно определить ФП $\mu_1(x)$.

Построим ФП $\mu_1(x)$. Пусть правая граница $\mu_2(x)$ имеет вид $y = 1 - a_1 x - b_1, -\dfrac{b_1}{a_1} > 0$. Рассмотрим объекты, отнесенные экспертом к уровню X_1. Произведя парные сравнения этих объектов и последующие за этим построения, аналогичные изложенным выше, получим линейную функцию $y = a_1 x + b_1$, которая является правой границей искомой функции. Если эта функция удовлетворяет двум условиям: $y(0) > 1$, $y\left(-\dfrac{b_3}{a_3}\right) < 0$, то

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, & 0 \le x \le \dfrac{1 - b_1}{a_1}; \\ a_1 x + b_1, & \dfrac{1 - b_1}{a_1} < x \le -\dfrac{b_1}{a_1}; \\ 0, & -\dfrac{b_1}{a_1} < x \le 1; \end{cases} \quad (16)$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, & 0 \le x \le \dfrac{1 - b_1}{a_1}; \\ 1 - a_1 x - b_1, & \dfrac{1 - b_1}{a_1} < x \le -\dfrac{b_1}{a_1}; \\ 1, & -\dfrac{b_1}{a_1} < x \le -\dfrac{b_3}{a_3}; \\ 1 - a_3 x - b_3, & -\dfrac{b_3}{a_3} < x \le \dfrac{1 - b_3}{a_3}; \\ 0, & \dfrac{1 - b_3}{a_3} < x \le 1. \end{cases} \quad (17)$$

Если функция $y = a_1 x + b_1$ удовлетворяет условиям: $y(0) > 1$, $y(-b_3 / a_3) \ge 0$, то построение ФП $\mu_1(x)$ осуществляется при условии $y(-b_3 / a_3) = -a_3 \cdot (b_3 / a_3) + b_1 = 0$. В этом случае неизвестным остается один из коэффициентов, который находится из нормального уравнения. Получаем ФП:

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, & 0 \le x \le \dfrac{1 - b_1}{a_1}; \\ a_1 x + a_1 \dfrac{b_3}{a_3}, & \dfrac{1 - b_1}{a_1} < x \le -\dfrac{b_3}{a_3}; \\ 0, & -\dfrac{b_3}{a_3} < x \le 1; \end{cases} \quad (18)$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, & 0 \le x \le \dfrac{1 - b_1}{a_1}; \\ 1 - a_1 x - a_1 \dfrac{b_3}{a_3}, & \dfrac{1 - b_1}{a_1} < x \le -\dfrac{b_3}{a_3}; \\ 1 - a_3 x - b_3, & -\dfrac{b_3}{a_3} < x \le \dfrac{1 - b_3}{a_3}; \\ 0, & \dfrac{1 - b_3}{a_3} < x \le 1. \end{cases} \quad (19)$$

Если функции $y = a_1 x + b_1$ удовлетворяет условиям: $y(0) \le 1$, $y(-b_3 / a_3) < 0$, то предполагается, что $b_1 = 1$, a_1 находится из нормального уравнения в соответствии с МНК, а ФП имеют вид:

$$\mu_1(x) = \begin{cases} a_1 x + 1, & 0 \le x \le -\dfrac{1}{a_1}; \\ 0, & -\dfrac{1}{a_1} < x \le 1; \end{cases} \quad (20)$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} -a_1 x, & 0 \le x \le -\dfrac{1}{a_1}; \\ 1, & -\dfrac{1}{a_1} < x \le -\dfrac{b_3}{a_3}; \\ 1 - a_3 x - b_3, & -\dfrac{b_3}{a_3} < x \le \dfrac{1 - b_3}{a_3}; \\ 0, & \dfrac{1 - b_3}{a_3} < x \le 1. \end{cases} \quad (21)$$

Если функция $y = a_1 x + b_1$ удовлетворяет условиям: $y(0) \le 1, y\left(-\frac{b_3}{a_3}\right) \ge 0$, то предполагается $b_1 = 1$, $y\left(-\frac{b_3}{a_3}\right) = -a_3 \frac{b_3}{a_3} + b_1 = 0$, $a_1 = \frac{b_3}{a_3}$. Тогда

$$\mu_1(x) = \begin{cases} \frac{a_3}{b_3} x + 1, & 0 \le x \le -\frac{b_3}{a_3}; \\ 0, & -\frac{b_3}{a_3} < x \le 1; \end{cases} \qquad (22)$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} -\frac{a_3}{b_3} x, & 0 \le x \le -\frac{b_3}{a_3}; \\ 1 - a_3 x - b_3, & -\frac{b_3}{a_3} < x \le \frac{1-b_3}{a_3}; \\ 0, & \frac{1-b_3}{a_3} < x \le 1. \end{cases} \qquad (23)$$

После построения ФП СП для каждой из оценок $y_i, i = \overline{1, j}$ можно определить ее степени принадлежности к термам СП и поставить в соответствие тот терм, степень принадлежности к которому больше 0,5. Существование такого терма для каждой из оценок y_i, $i = \overline{1, j}$ определяется свойствами ФП СП. Полученные при этом результаты в общем случае могут не совпадать с результатами экспертных предварительных отнесений оценок $y_i, i = \overline{1, j}$ к уровням вербальной шкалы.

Выводы

Разработан метод формализации нечеткой экспертной информации на основе семантических пространств, полученной в результате оценивания качественных признаков в балльных шкалах. Этот метод требует дополнительного привлечения эксперта для проведения сравнительных процедур.

Список литературы

1. *Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая линия–Телеком, 2007. – 284 с.*
2. *Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьева и др.– М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.*
3. *Прикладные нечеткие системы: Пер. с япон. / Под ред. Т. Тэрано, К. Асни, М. Сугэно. – М.: Мир, 1993. – 368 с.*
4. *Рыжов А.П. Элементы теории нечетких множеств и измерения нечеткости. – М.: Диалог-МГУ, 1998. – 116 с.*
5. *Ежкова И.В. Семантически – инвариантная формализация лингвистических оценок // В кн. Семиотические аспекты формализации интеллектуальной деятельности. – М.: МДНТП. – 1983. – С. 48-51.*
6. *Полещук О.М. Методы представления экспертной информации в виде совокупности терм-множеств полных ортогональных семантических пространств // Вестник МГУЛ. – 2002. – № 5 (25). – С. 198-216.*
7. *Полещук О.М. О развитии систем обработки нечеткой информации на базе полных ортогональных семантических пространств // Вестник МГУЛ. – 2003. – № 1 (26). – С. 112-117.*
8. *Кораблев Н.М. Формализация нечеткой информации при оценивании качественных признаков в вербальных шкалах // Бионика интеллекта. – 2008. – № 1 (68) .– С. 106-110.*
9. *Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.*
10. *Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А.Н. Аверкин, И.З. Батыршин, А.Ф. Блишун и др. – М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1986. – 312 с.*
11. *Кораблев Н.М. Формализация нечеткой информации на основе опроса одного эксперта // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ВС. – 2007. – Вип. 9 (67). – С. 20-23.*

Поступила в редколлегию 18.08.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.Г. Удовенко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ НЕЧІТКОЇ ЕКСПЕРТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЯКІСНИХ ОЗНАК В БАЛЬНИХ ШКАЛАХ

М.М. Корабльов

Розглядається побудова моделей експертного оцінювання ознак на основі семантичних просторів при оцінюванні якісних ознак в бальних шкалах, яка потребує додаткового залучення експертів з метою парних порівнянь об'єктів один з одним. Запропонований підхід дозволяє аналізувати наявність якісних ознак на підставі сформованих функцій приналежності. Показано перспективи застосування отриманих моделей експертного оцінювання в системах цифрової обробки інформації.

Ключові слова: *функція приналежності, терм-множина, ознака, семантичний простір.*

FORMALIZATION OF FUZZY INFORMATION ON THE BASE OF ONE EXPERT QUESTIONING

N.M. Korablyov

The construction of expert feature estimation models is considered on the base of semantic space to estimate qualitative features in mark scales which needs experts involved in making pair comparisons of objects. Offered approach allows to analyse the presence of high-quality signs on the basis of the formed functions of belonging. The prospects of application of the got models of expert evaluation are shown in the systems of digital treatment of information.

Keywords: *function of belonging, therm-great number, sign, semantic space.*