



УДК 681.32

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИНТУИЦИОНИСТСКОЙ НЕЧЕТКОЙ СХЕМЫ ВЫВОДА

О.М. Алехина ochemes@sfedu.ru, А.В. Божениук avb002@yandex.ru,

Южный федеральный университет г. Таганрог

В данной статье рассматриваются вопросы построения моделей принятия решений при неточной исходной информации. Использование идеи о интуиционистском нечетком множестве позволяет более свободно и эластично описывать ситуации неопределенности и неравновесности, таким образом, более полно представлять информацию. Рассматриваемая модель принятия решений позволяет учитывать неопределенные входные и выходные ситуации в виде интуиционистских нечетких множеств.

Ключевые слова: интуиционистское нечеткое множество, экспертная оценка, система поддержки принятия решений.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF MODELS OF DECISION-MAKING ON THE BASIS OF THE INTUITIONIST FUZZY SCHEME OF OUTPUT

O.M.Alekhina, A.V.Bozheniuk

Southern federal university Taganrog

This article discusses the development of a decision-making model. The developed model allows realizing a deductive inference scheme based on intuitionistic fuzzy sets. Using the idea of an intuitionistic fuzzy set makes it possible to more fluently and elastically describe situations of uncertainty and disequilibrium, thus more fully presenting information. The considered decision making model allows to take into account uncertain input and output situations in the form of intuitionistic fuzzy sets.

Keywords: intuitionistic fuzzy set, expert assessment, decision support system.

Процессы принятия решения лежат в основе любой целенаправленной деятельности – в технике, экономике, политике, социальной сфере, в области обеспечения безопасности сложных систем.

Все большее место в современной науке занимают проблемы принятия решений, которые в широком плане можно рассматривать как проблемы анализа сложных систем. В той или иной степени, системы поддержки принятия решений присутствуют в любой информационно-управляющей системе. По мере развития предприятия, упорядочения структуры организации и налаживания межкорпоративных связей, проблема разработки и внедрения систем поддержки принятия решений становится особенно актуальной.

На практике, чаще всего под СППР понимаются системы, позволяющие пользователю обрабатывать и анализировать массивы данных с помощью совокупности моделей объективного характера (финансовые расчеты, сбыт, управление запасами и т.п.), то есть СППР – это компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях при полном и объективном анализе предметной деятельности. СППР возникли в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных [1].

Маракас [2] предложил обобщенную архитектуру СППР, состоящую из пяти различных частей, представленных на рисунке 1:

- система управления данными;
- система управления моделями;



- машина знаний;
- интерфейс пользователя;
- пользователи



Рис.1-Архитектура СППР

В процессе принятия решений требуется использование не только формальных методов моделирования (математическая модель, аналоговая модель, физическая модель и пр.), но и качественных, слабоструктурированных факторов, таких как знания специалистов, которые трудно формализовать.

В связи с этим, в настоящее время большое внимание уделяется использованию нечетких методов и алгоритмов [3].

Одной из наиболее успешных концепций обобщения нечеткого множества Заде является идея К. Атанасова о интуиционистском нечетком множестве. Это позволяет более свободно и эластично описывать случаи неопределенности и неравновесности.

Процесс принятия решений подразумевает выбор оптимального плана, после оценки всех альтернатив, который будет представлять собой компромисс между всеми целями и требованиями. Процесс выбора можно разделить на следующие этапы:

- проектирование альтернативных вариантов;
- формирование характеристик и оценок данных вариантов (входные параметры);
- выбор оптимального решения (выходные параметры);

Теория интуиционистских нечетких множеств оценивает элементы с помощью трех функций [4]:

- функции принадлежности, $\mu(x)$ ($0 \leq \mu(x) \leq 1$);
- функции непринадлежности $\nu(x)$ ($0 \leq \nu(x) \leq 1$);
- интуиционистский индекс нечеткости $\pi(x)$ ($0 \leq \pi(x) \leq 1$)

Интуиционистский индекс нечеткости $\pi(x)$ используется для устранения ситуации, когда нет полной ясности в степени принадлежности или непринадлежности.

В задаче принятия решений существует n альтернативных решений $x_1, x_2, \dots, x_n$ которые математически можно представить как множество $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$.

Цель модели - найти наиболее эффективный вариант среди n альтернатив с использованием методов оптимизации. Для оценки эффективности каждой альтернативы служат критерии от A_1 до A_m , которые составляют множество $A = [A_1, A_2, \dots, A_m]$.

Характеристики альтернативы x_i по критерию A_j выражается как (μ_{ij}, ν_{ij}) , где μ_{ij} и ν_{ij} - это степени принадлежности и непринадлежности соответственно.



Представим матрицу сравнений [5]:

$$R = \begin{matrix} & a_1 & a_2 & & a_m \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} (\mu_{11}, v_{11}) & (\mu_{12}, v_{12}) & \cdots & (\mu_{1m}, v_{1m}) \\ (\mu_{21}, v_{21}) & (\mu_{22}, v_{22}) & \cdots & (\mu_{2m}, v_{2m}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (\mu_{n1}, v_{n1}) & (\mu_{n2}, v_{n2}) & \cdots & (\mu_{nm}, v_{nm}) \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

Где $0 \leq \mu_{ij} \leq 1$; $0 \leq v_{ij} \leq 1$; $0 \leq \mu_{ij} + v_{ij} \leq 1$.

Индекс нечеткости учитывается для каждого критерия, и может быть использован при расчете оптимальных конечных результатов. Этот индекс в конечном итоге может относиться к принадлежности либо влиять на снижение оценки параметра.

Критерий в ИНМ можно выразить как $A = \{ \langle x_i, \mu_A(x_i), v_A(x_i), \pi_A(x_i) \rangle | x_i \in X \}$.

Рассмотрим использование метода на примере процесса принятия решений, при котором строительные объекты размещаются на участках. Таким образом следует определить оптимальный участок для строительства объекта в соответствии с различными требованиями (критериями): минимизация затрат (a_1); максимизация уровня безопасности для строительства (a_2); инфраструктура (a_3); геология местности (a_4). Возможные участки для строительства обозначим - x_i

Далее следует определить исходные данные по каждому критерию и выполнить переход к безразмерным оценкам в виде ИНМ. Это преобразование выполняется экспертами с учетом вида и направленности критерия.

Представим полученную матрицу сравнений.

$$\begin{matrix} & a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (0.7; 0.17) & (0.75; 0.1) & (0.45; 0.33) & (0.3; 0.5) \\ (0.4; 0.5) & (0.8; 0.15) & (0.2; 0.67) & (0.8; 0.1) \\ (0.65; 0.3) & (0.5; 0.2) & (0.5; 0.37) & (0.5; 0.25) \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2)$$

Далее следует учесть индекс нечеткости, для этого рассмотрим два варианта - максимизации положительной оценки путем добавления индекса нечеткости, и минимизации учитывая индекс нечеткости как функцию непринадлежности.

В результате получим две матрицы сравнения 3 и 4.

$$\begin{matrix} & a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (0.83; 0.17) & (0.9; 0.1) & (0.67; 0.33) & (0.5; 0.5) \\ (0.5; 0.5) & (0.85; 0.15) & (0.33; 0.67) & (0.9; 0.1) \\ (0.7; 0.3) & (0.8; 0.2) & (0.63; 0.37) & (0.75; 0.25) \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3)$$

$$\begin{matrix} & a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (0.83; 0.17) & (0.9; 0.1) & (0.67; 0.33) & (0.5; 0.5) \\ (0.5; 0.5) & (0.85; 0.15) & (0.33; 0.67) & (0.9; 0.1) \\ (0.7; 0.3) & (0.8; 0.2) & (0.63; 0.37) & (0.75; 0.25) \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (4)$$

Следующий этап –определение весов критериев.



Возможны два варианта нахождения весов: на основе экспертных оценок, а также веса отражающие разброс оценок. В данном случае применим метод комплексной оценки.

Этап 1. С помощью одного из методов экспертных оценок находятся веса критериев, представляющие собой числовые оценки их важности, представлены в таблице 1.

В данном случае имеются суждения двух экспертов о важности критериев. Поэтому следует воспользоваться одним из групповых методов экспертных оценок. Используем метод непосредственной оценки.

Таблица 1

Оценка важности критериев

	a_1	a_2	a_3	a_4
Эксперт 1	10	7	5	10
Эксперт 2	9	10	4	9

Вычислим средние значения и выполним нормализацию по следующим формулам:

$$V_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} ; \quad V_i^{норм} = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}$$

Получим: $V_1=0,3$; $V_2=0,27$; $V_3=0,14$; $V_4=0,3$.

Этап 2. Найдем веса критериев, отражающие разброс оценок. Этот этап следует применять для двух полученных матриц сравнения (3) и (4). Расчет производится на основе степени принадлежности.

Определим веса в следующем порядке:

1.Определим средние оценки по каждому параметру:

$$P_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^n P_{ij} \quad i=1, \dots, M.$$

где M – количество критериев; N – количество объектов; P_{ij} – оценки.

Рассчитаем для варианта максимизации положительной оценки(3):

$$P_1 = (0,83+0,5+0,7)/3 = 0,68; P_2 = 0,85; P_3 = 0,54; P_4 = 0,72$$

2.Определяем величину разброса по каждому критерию:

$$R_i = \frac{1}{N \cdot P_i} \sum_{j=1}^N |P_{ij} - P_i| \quad i=1, \dots, M.$$

Для данного примера:

$$R_1 = \frac{|0,83-0,68|+|0,5-0,68|+|0,7-0,68|}{3 \cdot 0,68} = 0,35 ;$$

$$R_2=0,039; R_3= 0,37 \quad R_4= 0,28.$$

3.Находим сумму величин разброса и затем веса критериев, отражающие разброс оценок.

$$R = \sum_{i=1}^M R_i ; \quad Z_i = \frac{R_i}{R}$$



Получим: $R=0.689$, $Z_1=0,5$; $Z_2=0,05$; $Z_3=0,54$; $Z_4=0,4$

Этап 3. Находятся обобщенные веса критериев (учитывающие как мнение экспертов, так и разброс оценок объектов по данному критерию):

$$W_i = \frac{V_i + Z_i}{2} \quad i=1, \dots, M.$$

$W_1=(0,5+0,3)/2=0,4$; $W_2=0,16$; $W_3=0.68$; $W_4=0,35$.

Этап 4. Находятся взвешенные оценки объектов (безразмерные оценки умножаются на веса соответствующих критериев) и комплексные оценки объектов.

$$E_{ij} = P_{ij} + W_i \quad i=1, \dots, M. \quad j=1, \dots, N.$$

Результаты расчетов приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Оценки для матрицы 3

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Комплексная оценка
x ₁	0.332	0.144	0.46	0.175	1.111
x ₂	0.2	0.136	0.225	0.315	0.876
x ₃	0.28	0.128	0.43	0.263	1.101

Таблица 3

Оценки для матрицы 4

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Комплексная оценка
x ₁	0.179	0.165	0.1	0.096	0.54
x ₂	0.102	0.176	0.044	0.256	0.578
x ₃	0.166	0.11	0.11	0.16	0.546

Оптимальным является вариант с большей комплексной оценкой. При максимизации оценки с учетом индекса нечеткости лучшим является вариант 1. При минимизации оценки вариант 2.

Далее следует определить среднее значение оценок для выявленных вариантов участков.

$$K_1=0.8255; K_2=0.727;$$

Таким образом лучшим является участок 1.

Конечная цель данной модели — обеспечить лиц, принимающих решения, перечнем альтернативных вариантов с указанием приоритетов. Подводя итог, стоит отметить, что многокритериальная модель, основанная на теории интуиционистских нечетких множеств, может служить полезным инструментом для выбора эффективного варианта.

Список цитируемой литературы

1. Каткова А.Л. Экспертные системы: Учеб. - метод. пособие / А.Л. Каткова. –Шадринск: Шадр. гос.пед. ин-т, 2011. –92 с.
2. Маракас Г.М. Системы поддержки принятия решений в двадцать первом веке. UpperSaddleRiver, Нью-Джерси: PrenticeHall, 1999. - 529 с.
3. Прикладные нечеткие системы/ Под ред. Т.Тэрано, К.Асаи, М.Сугэно. – М.: Мир, 1993.
4. КТ. Atamssov, Intuitionistic fuzzy sets, Fuzzy Sets Syst, 20 (1), 1986, 87-96.
5. Y.B. Gong, X.C. Liang, Intuitionistic fuzzy sets multiple attribute decision making method based on combined model, Control and Decision 25 (3) (2010) 469-472.