

# СНИЖЕНИЕ РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

**Ахрамейко А.А.**, аспирант

**Гайдукевич И.В.**

**Железко Б.А.**, кандидат техн. наук, доцент

БГЭУ, г. Минск

<http://edoc.bseu.by>

Сегодня принятие инвестиционных решений осуществляется в условиях возрастающих рисков, вызванных различного рода неопределенностями. При этом многократно возрастают убытки организаций в случаях принятия неправильных решений. Поэтому возникает необходимость в разработке методов и моделей, предназначенных для решения задачи формирования оптимальной инвестиционной политики в условиях нестохастической неопределенности исходных данных.

Такие задачи решаются преимущественно экспертными методами. Одним из наиболее популярных является метод анализа иерархий. Однако он рассчитан на использование в условиях определенности исходных данных, что не позволяет эффективно использовать его в современных рыночных условиях, характеризующихся неустойчивостью условий функционирования организаций. Поэтому целью исследования является снижение риска принятия инвестиционных решений методом анализа иерархий путем моделирования и учета неопределенности экспертных знаний. Методика исследования основывается на аппарате нечетких множеств, лингвистических переменных и интервальной математики.

Для достижения поставленной цели развиты подходы к модификации метода анализа иерархий, предложенные Дж. Бакли: эксперты выражают свои суждения в виде нечетких трапециевидных чисел, из которых составляется

матрица парных сравнений альтернатив; вектор приоритетов определяется по методу средней геометрической строк нечеткой матрицы парных сравнений.

Данным модификациям присущи два существенных недостатка:

- ✓ не учитывается тот факт, что эксперту крайне затруднительно выражать свои суждения количественными характеристиками;
- ✓ не учитывается тот факт, что сумма компонентов вектора приоритетов должна быть равна 1.

Для устранения приведенных недостатков в данной работе предложены две модификации метода анализа иерархий – *метод анализа иерархий нечеткий* и *метод анализа иерархий нечеткий с дефазификацией*.

На первом этапе *метода анализа иерархий нечеткого* строится шкала для выражения суждений эксперта. Для этого вводится лингвистическая переменная «Степень предпочтения альтернативы  $X$  над альтернативой  $Y$ », терм-множество которой состоит, например, из 5 термов (табл. 1).

Таблица 1

Термы лингвистической переменной  
«Степень предпочтения альтернативы  $X$  над альтернативой  $Y$ »

Терм	Формулировка
$S_1$	Равны по предпочтению
$S_2$	Умеренное предпочтение
$S_3$	Сильное предпочтение
$S_4$	Очень сильное предпочтение
$S_5$	Абсолютное предпочтение

Для составления матрицы парных сравнений вербальные оценки экспертов формализуем при помощи нечетких трапециевидных чисел по следующему алгоритму.

Шаг 1. Количество реперных точек  $n$  определим как удвоенное количество термов.

Шаг 2. Шаг  $h$  между реперными точками рассчитаем по формуле

$$h = \frac{8}{n-2},$$

Шаг 3. Базовые координаты реперных точек термов, выраженных нечеткими трапецевидными числами, рассчитаем по формуле

$$S_j = \begin{cases} \left(1; 1; 1 + \frac{4j-3}{2}h; 1 + \frac{4j-1}{2}h\right), j=1; \\ \left(1 + \frac{4j-7}{2}h; 1 + \frac{4j-5}{2}h; 1 + \frac{4j-3}{2}h; 1 + \frac{4j-1}{2}h\right), 1 < j < \frac{n}{2}; \\ \left(1 + \frac{4j-7}{2}h; 1 + \frac{4j-5}{2}h; 9; 9\right), j = \frac{n}{2}. \end{cases}$$

Шаг 4. Учтем влияние закона Вебера (его суть в нашем случае сводится к тому, что по мере продвижения по шкале оценок термы лингвистической переменной увеличиваются, то есть происходит растяжение вдоль оси  $A$ ). Преобразование термов в этом случае проведем при помощи отображения  $\xi_1: S(a) \rightarrow S'(a): \xi_1: a_i^q = \alpha * a_i^q$ , где  $\alpha$  – параметр, эмулирующий влияние закона Вебера.

Шаг 5. «Подстроим» в зависимости от психофизических особенностей эксперта шкалу. Преобразование термов в этом случае проведем при помощи отображения  $\xi_2: S'(a) \rightarrow S''(a): \xi_2: a_i^q = \beta * a_i^q$ , где  $\beta$  – параметр растяжения (сжатия) вдоль оси  $A$ .

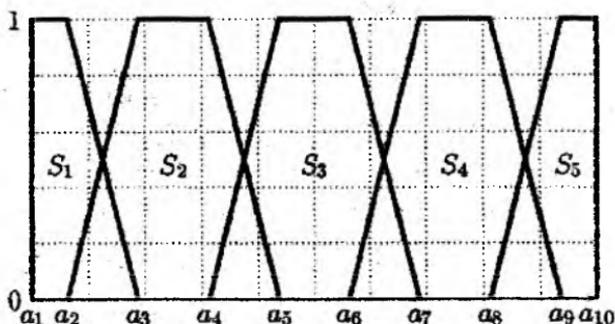


Рис. 1. Термы лингвистической переменной «Степень предпочтения альтернативы  $X$  над альтернативой  $Y$ »

На рис. 1 приведены термы лингвистической переменной «Степень предпочтения альтернативы  $X$  над альтернативой  $Y$ » для общего случая.

Введение лингвистической переменной позволяет устранить первый из указанных недостатков за счет того, что эксперты выражают свои знания в виде вербальных оценок важности альтернатив.

На втором этапе *метода анализа иерархии нечеткого* составляется матрица парных сравнений альтернатив аналогично классическому методу анализа иерархий. Для устранения второго недостатка предлагается представлять нечеткие трапециевидные числа в расширенном виде, для чего вводится понятие квази-модального значения нечеткого числа:  $A(a_1; a_2; a_3; a_4) \rightarrow A(a_1; a_2; a_{km}; a_3; a_4)$ .

Под квази-модальным значением нечеткого числа понимается абсцисса точки пересечения  $L$  и  $R$  компонент нечеткого трапециевидного числа (рис. 2).

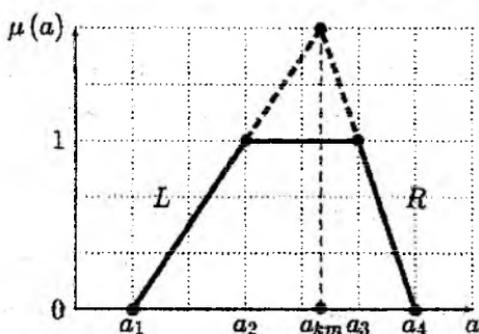


Рис. 2. Квази-модальное значение нечеткого трапециевидного числа

Квази-модальное значение нечеткого трапециевидного числа рассчитывается по формуле

$$a_{km} = \frac{a_2 * a_4 - a_1 * a_3}{a_2 - a_1 + a_4 - a_3}$$

На третьем этапе происходит определение вектора приоритетов по нечеткой матрице парных сравнений. При этом сумма средних элементов компонентов полученного вектора приоритетов в сумме будут давать 1.

На четвертом этапе происходит оценка согласованности мнений эксперта аналогично классическому методу анализа иерархий.

*Метод анализа иерархий нечеткий с дефаззификацией* отличается от *метода анализа иерархий нечеткого* тем, что нечеткая матрица парных сравнений дефаззифицируется, а расчеты затем ведутся аналогично классическому методу анализа иерархий.

Предложенные модификации метода анализа иерархий позволяют:

- ✓ расширить сферу применимости метода анализа иерархий на ситуации, характеризующиеся нестохастической неопределенностью данных;
- ✓ повысить эффективность извлечения знаний из экспертов, так как предполагают использование экспертных знаний, выраженных высказываниями на естественном языке, в то время как наиболее близкий метод, предложенный Бакли, предполагает оценивание экспертом превосходства одной альтернативы над другой нечетким числом.

Предложенные модификации метода анализа иерархий прошли апробацию в рамках проекта по реинжинирингу бизнес-процессов одного из белорусских предприятий. При этом комплекс мероприятий реинжиниринга позволил в совокупности сократить затраты времени и финансов по процессу «Выполнить заказ» на 575 часов и 328 750 тыс. руб. Таким образом, за счет своих достоинств предложенные модификации метода анализа иерархий позволяют снизить риск принятия инвестиционных решений.

Перспективным направлением дальнейшего развития предложенных модификаций метода анализа иерархий является совершенствование процедуры расчета нечеткого вектора приоритетов за счет построения алгоритма определения нечеткого собственного вектора нечеткой матрицы парных сравнений. В настоящее время ведется работа по адаптации предложенных модификаций метода анализа иерархий к анализу и моделированию различных видов рисков в инвестиционной деятельности.