УДК 519.816:330.322:510.3

Шаяхметова Р.М.
Оренбургский государственный университет
E-mail: fiz.mme.rosa@rambler.ru

ВЫБОР ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В статье представлены результаты эмпирического исследования выбора потенциальных объектов для инвестирования в условиях неопределенности. Сравнение альтернатив производится на основе показателей, представляющих собой нечеткие числа с треугольной функцией принадлежности.

Ключевые слова: принятие решений в условиях неопределенности, теория нечетких множеств, функция принадлежности.

При принятии инвестиционных решений инвестору требуется осуществить поиск потенциальных объектов для вложений. Процедура отбора таких объектов, обычно, осуществляется не по одному, а по нескольким критериям, к примеру: доходность проекта, срок окупаемости, величина риска, ассоциируемая с этим проектом. На практике, как правило, статистическая оценка указанных факторов затруднена и единственным инструментом решения задачи принятия решений в условиях неопределенности является теория нечетких множеств [1].

Рассмотрим векторный вариант (булевой) задачи выбора направлений инвестирования.

Пусть задано множество проектов (активов) $X = (x_1 \quad x_2 \quad \dots \quad x_n)$. Каждый проект оценивается векторным критерием

$$F = (f_1 \quad f_2 \quad \dots \quad f_m),$$

где f_i – i-й частный критерий.

$E = \{e_{ij}\}_{\substack{i=\overline{1,n}\\ j=\overline{1,m}}}$ – матрица размерности n×m, элементы e_{ij} которой есть ожидаемая оценка частного критерия f_j инвестиционного проекта x_i, значения которых являются нечеткими числами. Требуется отобрать проекты, имеющие наилучшие частные критерии, то есть проекты, оптимальные по Парето.

При принятии многокритериальных решений возникают три задачи. Первая из них связана с выбором принципа оптимальности. В математическом отношении эта задача эквивалентна задаче упорядочения множеств, а выбор принципа оптимальности – выбору отношений порядка. Вторая задача связана с нормализацией векторного критерия F. Дело в том, что частные критерии могут иметь различные масштабы и шкалы измерения, поэтому надо их привести к единому масштабу. Наконец, третья задача связана с учетом приоритета (степени важности) частных критериев [2].

Продемонстрируем применение некоторых методов многокритериальной оптимизации для решения задачи выбора потенциальных объектов инвестирования в условиях неопределенности.

Рассмотрим метод оценки и ранжирования альтернатив на основе аддитивной свертки критериев, обобщенной на случай нечеткой исходной информации. Пусть ожидаемые оценки проектов e_{ij} представляют собой нечеткие числа с треугольной функцией принадлежности $\mu_{e_{ij}}$, определенной на интервале $\left[e_{ij}^{/};e_{ij}^{//}\right]$. Вес каждого критерия w_j ($j=\overline{1,m}$) также представляет собой нечеткое число, с треугольной функцией принадлежности $\mu_{w_j}(\omega_i)$, определенной на интервале $\left[w_j^{/};w_j^{//}\right]$.

Нормализацию оценок произведем по формулам, описанным в [2]:

$$f_{ij}^{/} = \frac{e_{ij}^{/} - \min\limits_i\left\{e_{ij}^{/}, e_{ij}^{//}\right\}}{\max\limits_i\left\{e_{ij}^{/}, e_{ij}^{//}\right\} - \min\limits_i\left\{e_{ij}^{/}, e_{ij}^{//}\right\}}. \qquad (1)$$

$$f_{ij}^{//} = \frac{e_{ij}^{//} - \min\limits_i\left\{e_{ij}^{/}, e_{ij}^{//}\right\}}{\max\limits_i\left\{e_{ij}^{/}, e_{ij}^{//}\right\} - \min\limits_i\left\{e_{ij}^{/}, e_{ij}^{//}\right\}}. \qquad (2)$$

Далее найдем нижнюю и верхнюю границы интервалов средневзвешенных оценок проектов:

$$F_i^{/} = \sum_{j=1}^{m} w_j^{/} \cdot f_{ij}^{/}, \qquad (3)$$

$$F_i^{//} = \sum_{j=1}^{m} w_j^{//} \cdot f_{ij}^{//}. \qquad (4)$$

Соответствующую этим интервалам функцию принадлежности обозначим через $\mu_{F_i}(f_i)$ ($i=\overline{1;n}$). После того, как все $\mu_{F_i}(f_i)$ будут построены, необходимо произвести сравнение альтернатив на их основе.

Сравнение альтернатив осуществим по методике, предложенной в [3]. Для этого обозначим нечеткое множество I, заданное на множестве индексов проектов $\{1, \quad 2, \quad \ldots \quad n\}$, соответствующее этому множеству значение функции принадлежности вычисляется на основе формулы

$$\mu_I(j) = \sup_{f_1, f_2, \ldots, f_n: \quad f_j > f_i \quad \forall i} \min_{i=1,n} \mu_{F_i}(f_i) \quad (5)$$

и интерпретируется как характеристика того, насколько проект x_i является лучшим. Графически это значение несложно определить по ординате пересечения взвешенной оценки проекта и оценки наилучшего проекта.

На основании полученных значений проекты ранжируются. Далее, выбирается порог разделения ξ и исключаются те проекты, для которых функция $\mu_I(j)$ ниже порога разделения. Оставшиеся проекты следует включить в инвестиционный портфель.

Рассмотрим реализацию методики на конкретном примере.

Допустим, имеется пять проектов X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, которые сравниваются на основе трех критериев: NPV, IRR, PI.

Исходная информация представлена в таблице 1.

Произведем нормализацию критериев по формулам (1) и (2). Аналогично, произведем нормализацию весов. Результаты представлены в таблице 2.

Взвешенные оценки проектов определяем по формулам (3), (4). Результаты представлены в таблице 3.

Соответствующие им функции принадлежности $\mu_{F_i}(f_i)$ изображены на рисунке 1.

Тогда, в соответствии с формулой (5), $\mu_I(1)=0{,}65$, $\mu_I(2)=1$, $\mu_I(3)=0{,}92$, $\mu_I(4)=0{,}04$, $\mu_I(5)=0{,}76$.

Таблица 1. Исходная информация

Проекты	Критерии					
	NPV		IRR		PI	
X_1	15000	26000	28	38	15	26
X_2	38000	40000	36	40	20	26
X_3	28000	38000	15	26	28	38
X_4	20000	26000	20	26	38	40
X_5	41000	43000	41	43	41	43
Границы изменений весов критериев	w_1		w_2		w_3	
	3	5	1	4	2	4

Таблица 2. Исходная информация после нормализации

Проекты	Критерии					
	NPV		IRR		PI	
X_1	0	0,39	0,46	0,82	0	0,39
X_2	0,82	0,89	0,75	0,89	0,18	0,39
X_3	0,46	0,82	0,00	0,39	0,46	0,82
X_4	0,18	0,39	0,18	0,39	0,82	0,89
X_5	0,93	1,00	0,93	1,00	0,93	1,00
Границы изменений весов критериев	w_1		w_2		w_3	
	0,5	1	0	0,75	0,25	0,75

Таблица 3. Границы взвешенных оценок проектов

Проекты	Взвешенные оценки	
	$F_i^{/}$	$F_i^{//}$
X_1	0	0,71
X_2	0,36	1,26
X_3	0,11	0,5
X_4	-0,11	0,01
X_5	0,23	1

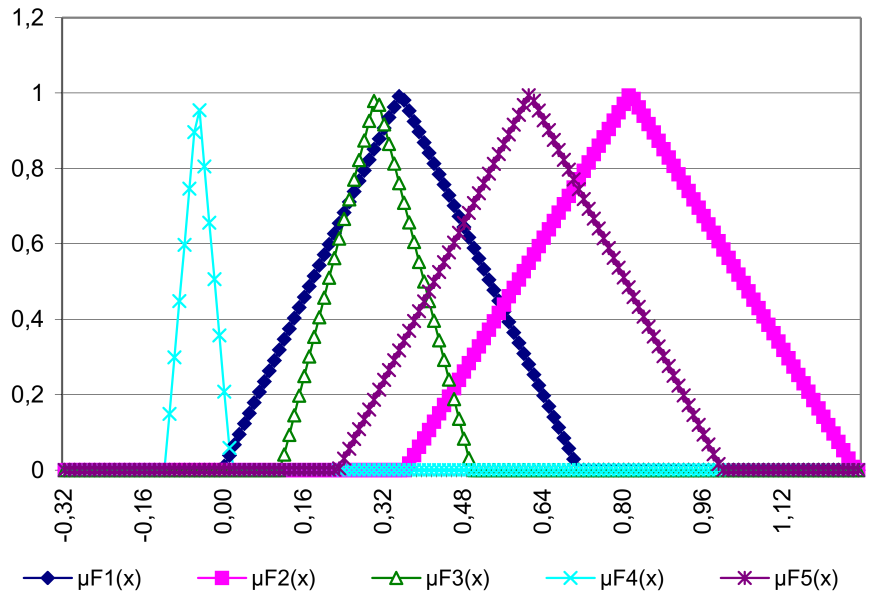

Рисунок 1. Функции принадлежности взвешенных критериев

Следовательно, получена следующая ранжировка проектов по степени убывания их характеристик: X_2, X_3, X_5, X_1, X_4. При пороге разделения ξ=0,5 следует исключить четвертый проект из дальнейшего рассмотрения.

14.05.2013

Список литературы:

1. Чернов, В. Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств / В. Г. Чернов. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2007. – 312 с.
2. Ногин, В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде. Количественный подход / В. Д. Ногин. – Москва : Физматлит, 2002. – 176 с.
3. Борисов, А. Н. Принятие решений на основе теории нечетких множеств : Примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. – Рига : Зинатне, 1990. – 184 с.

Сведения об авторе:

Шаяхметова Роза Минулловна, старший преподаватель кафедры математических методов и моделей в экономике Оренбургского государственного университета

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 6106, тел. (3532) 372444, e-mail: fiz.mme.rosa@rambler.ru

UDC 519.816:330.322:510.3

Shajahmetova R.M.

Orenburg state university, e-mail: fiz.mme.rosa@rambler.ru

CHOICE OF POTENTIAL OBJECTS FOR INVESTMENT IN THE CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Results of empirical research of a choice of potential objects are presented in article for investment in the conditions of uncertainty. Comparison of alternatives is made on the basis of the indicators representing fuzzy numbers with triangular membership function.

Key words: decision-making in the conditions of uncertainty, the theory of fuzzy sets, membership function.

Bibliography:

1. Chernov, V. G. Models of Decision Making support in investment activity on the basis of the device fuzzy sets / V. G. Chernov. – Moscow : Hot line – Telecom, 2007. – 312 p.
2. Nogin, E. L. Decision Making in Multicriteria Environment : a Quantitative Approach / V. D. Nogin. – Moscow : Fizmatlit, 2002. – 176 p.
3. Borisov, A. N. Decision Making Based on Fuzzy Models : Application Examples / A. N. Borisov, O. A. Krumberg, I. P. Fyodorov. – Riga : Zinatne Press, 1990. – 184 p.