

Модель оценки инвестиционных проектов на основе нечетких множеств второго порядка

Канаева Екатерина Максимовна

*Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г.Столетовых
к.э.н., доцент кафедры «Вычислительная техника и системы управления»*

Аннотация

В статье рассматриваются особенности принятия решения при выборе наиболее эффективного инвестиционного проекта на основе показателей эффективности в условиях неопределенности, а так же предложена модель оценки инвестиционных проектов на основе нечетких множеств второго порядка.

Ключевые слова: инвестиционный проект, показатели эффективности, нечеткие множества первого и второго порядков.

Model evaluation of investment projects based on type-2 fuzzy sets

Kanaeva Ekaterina Maksimovna

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs

Ph.D., Associate Professor of the Department "Computer Engineering and Control Systems"

Abstract

The article discusses the features of decision making when choosing the most effective investment project based on performance indicators in conditions of uncertainty, and also offers a model for evaluating investment projects based on type-2 fuzzy sets.

Keywords: investment project, performance indicators, fuzzy sets of the first and second orders.

Оценка эффективности инвестиционных проектов (ИП) представляет собой один из наиболее ответственных этапов в решении целого ряда стратегических задач, характерных для стадии реализации инвестиционной стратегии. Принятие решений по вложению любого из видов инвестиций осложняется многими факторами, которые необходимо учитывать. Обоснованность принимаемого инвестиционного решения напрямую зависит от того, насколько объективно и всесторонне проведен этот учет.

Для оценки эффективности долгосрочных инвестиционных проектов используются различные показатели [1], основные из которых представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Показатели, используемые для оценки эффективности долгосрочных инвестиционных проектов

При этом выбор наиболее эффективного инвестиционного проекта как правило осуществляется по алгоритму, представленному на рисунке 2.

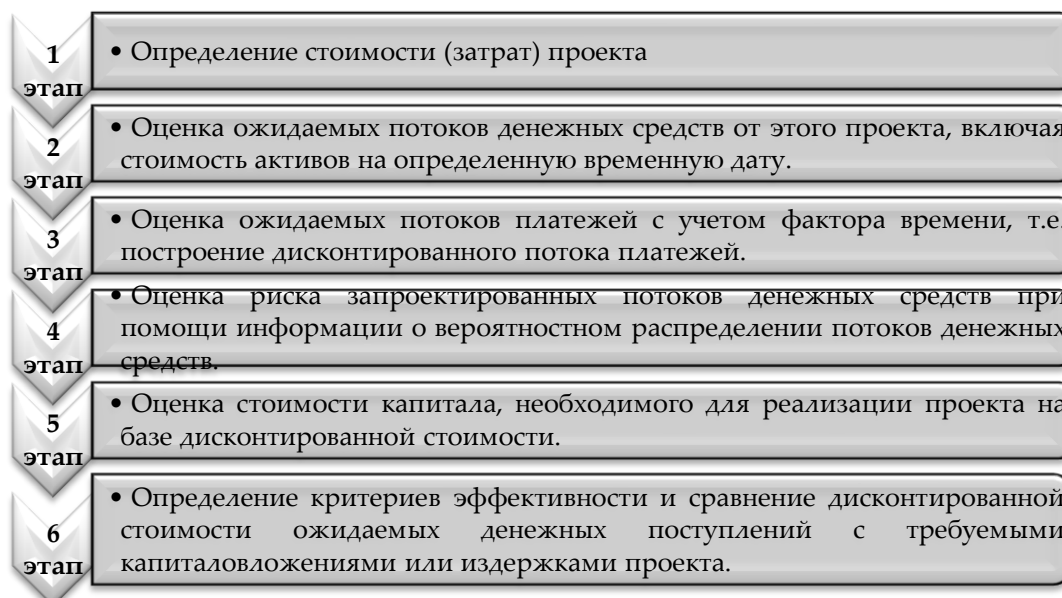


Рисунок 2 - Этапы выбора наиболее эффективного инвестиционного проекта

Если дисконтированная стоимость этих активов превышает издержки по ним, то этот проект следует принять. В противном случае проект должен быть отвергнут. (Альтернативно: может быть подсчитан ожидаемый коэффициент окупаемости капиталовложений по этому проекту, и если этот коэффициент окупаемости превышает требуемый проектный коэффициент, то проект принимается.)

Общим недостатком показателей эффективности ИП является требование определенности входных данных, которая достигается путем применения средневзвешенных значений входных параметров инвестиционных проектов, что, может привести к получению значительно смещенных точечных оценок показателей эффективности и риска ИП. Также

очевидно, что требование детерминированности входных данных является неоправданным упрощением реальности, так как любой инвестиционный проект характеризуется множеством факторов неопределенности [2], наиболее важные из которых представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 - Факторы неопределенности, связанные с инвестиционными проектами

Учитывая факт наличие неопределенности при проведении инвестиционного анализа, можно сделать вывод о том, что классические статистические методы оценки инвестиционных проектов окажутся неэффективными и дадут не объективные (неадекватные) результаты, что приведет к повышенному и неоправданному использованию инвестиций. Поэтому некоторыми зарубежными и отечественными исследователями разрабатываются методы оценки эффективности и риска инвестиционных проектов на основе аппарата теории нечетких множеств [3, 4, 5, 6]. В данных методах, в отличие от классического анализа, вместо распределения вероятности применяется распределение возможности, описываемое функцией принадлежности нечеткого числа.

Методы, базирующиеся на теории нечетких множеств, относятся к методам оценки и принятия решений в условиях неопределенности. Их использование предполагает формализацию исходных параметров и целевых показателей эффективности ИП (в основном, NPV) в виде вектора интервальных значений (нечеткого интервала), попадание в каждый интервал которого, характеризуется некоторой степенью неопределенности [6]. Осуществляя арифметические и др. операции с такими нечеткими интервалами по правилам нечеткой математики, эксперты и ЛПР получают результирующий нечеткий интервал для целевого показателя. На основе исходной информации, опыта, и интуиции эксперты часто могут достаточно уверенно количественно охарактеризовать границы (интервалы) возможных (допустимых) значений параметров и области их наиболее возможных (предпочтительных) значений.

У методов, основанных нечетких множествах первого порядка (НМ1) существуют свои недостатки относительно данной области применения. Довольно часто НМ1 не обеспечивают получение рациональных (правильных) решений ввиду недостаточно обоснованного выбора параметров моделирования, а поиск эффективных решений сопровождается значительными временными затратами из-за необходимости выполнения многократных реализаций используемых методов, моделей и алгоритмов с целью выбора соответствующих параметров. При оценке экономической эффективности тех или иных инвестиционных проектов возникают различные неопределенности, которые не могут быть представлены соответствующим образом с помощью нечетких НМ1, а так же эти множества хоть и представляют исходные данные в нечетком виде, но требуют четкого (точного) задания границ ФП, что не всегда можно сделать в рамках оценки инвестиционных проектов.

Описанные выше недостатки нечетких множеств первого порядка отмечают в своих работах Мендель и Джохн и предлагают способ их устранения в виде задания степени принадлежности в виде нечеткого числа [7]. Таким образом, функция принадлежности становится «размытой», что позволяет в дальнейшем получить более точный результат. Вся совокупность значений ФП получила название след неопределенности. Этот новый тип представляет собой нечеткие множества второго порядка (НМ2). На рисунке 4 для сравнения представлены формулы НМ1 и НМ2, а так же графический представление НМ2, как обобщение НМ1.

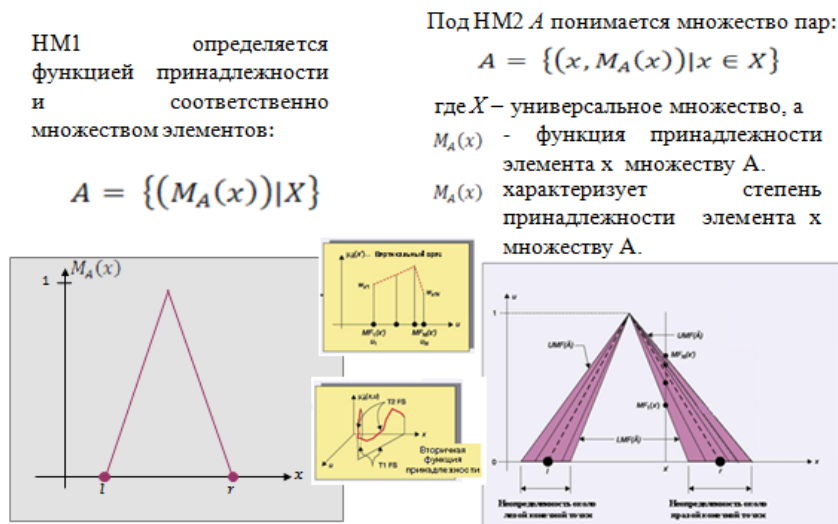


Рисунок 4 - Нечеткие множества первого и второго порядка

Изучив этот новый вид нечетких множеств и особенности их использования в различных областях, был разработан алгоритм оценки эффективности инвестиционных проектов на их основе, который представлен на рисунке 5.

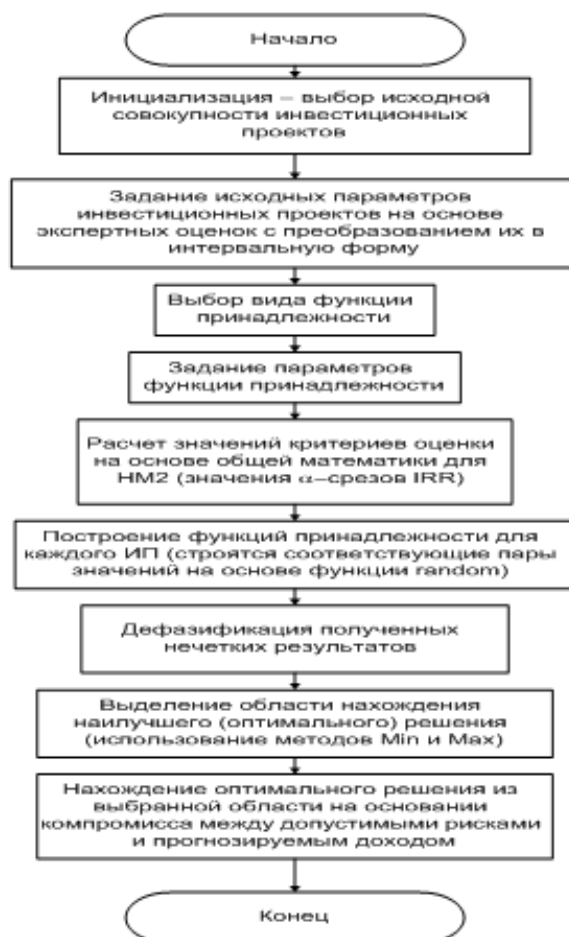


Рисунок 5 - Алгоритм оценки ИП на основе нечетких множеств второго порядка

Продемонстрируем применение разработанного алгоритма (модели) на решении практической задаче реального мира. Существуют три инвестиционных проекта, реализация которых рассчитана на 5 лет, но требуемые инвестиционные вложения и планируемый доход различны. Предприятию требуется определить наиболее эффективный ИП с учетом исходных данных.

Таблица 1. Условие практической задачи

Название ИП	Требуемые инвестиционные вложения, млн. руб.	Прогнозируемый поток доходов с учетом срока реализации, млн. руб.:				
		1	2	3	4	5
Уран-1	100	20	50	60	80	90
Уран-2	87	15	39	45	67	75
Уран-3	130	50	80	90	110	120

Для определения эффективности ИП-ов, был проведен расчет одного из представленных выше показателей – чистой текущей стоимости будущих доходов.

Поскольку программных средств, работающих на основе НМ2 не существует, то все расчеты были проведены в таком ПС как FuziCalc, позволяющий учесть неопределенности связанные с ИП. Для сравнения расчеты были проведены как на основе НМ1, так и на основе НМ2 (таблица 2).

Таблица 2. Решение задачи, полученное на основе НМ1 и НМ2.

	НМ1				НМ2					
Уран -1	3				3					
	4	Ставка дисконтирования - г.	▶	0,15	4	Ставка дисконтирования - г.	▶	0,15		
	5	Уровень инфляции - ε	▶	0,0925147	5	Уровень инфляции - ε	▶	0,0840503		
	6				6					
	7	Расчет NPV для ИП "Уран-1"			7	Расчет NPV для ИП "Уран-1"				
	8		без учета ε	с учетом ε	8		без учета ε	с учетом ε		
	9	Инвестиционные вложения (млн.) - IC:		100 ▶	91,6231	9	Инвестиционные вложения (млн.) - IC:		100 ▶	92,254
	10				10					
	11	Год - k:	Поток доходов (млн.) - Сk:	Дисконтированный поток:	11	Год - k:	Поток доходов (млн.) - Сk:	Дисконтированный поток:		
	12	1 ▶	20 ▶	17,4874	12	1 ▶	20 ▶	17,9152		
	13	2 ▶	50 ▶	39,4891	13	2 ▶	50 ▶	39,0981		
	14	3 ▶	60 ▶	41,0032	14	3 ▶	60 ▶	41,55		
	15	4 ▶	80 ▶	49,5219	15	4 ▶	80 ▶	49,0308		
	16	5 ▶	90 ▶	48,7916	16	5 ▶	90 ▶	49,1613		
	17				17					
	18	NPV:		105,226	18	NPV:		104,501		
	19				19					
	20				20					
	21				21					
22				22						
23				23						
24				24						
25				25						
26				26						
27				27						
Уран -2	3				3					
	4	Ставка дисконтирования - г.	▶	0,15	4	Ставка дисконтирования - г.	▶	0,15		
	5	Уровень инфляции - ε	▶	0,0925147	5	Уровень инфляции - ε	▶	0,0840503		
	6				6					
	7	Расчет NPV для ИП "Уран-1"			7	Расчет NPV для ИП "Уран-1"				
	8		без учета ε	с учетом ε	8		без учета ε	с учетом ε		
	9	Инвестиционные вложения (млн.) - IC:		87 ▶	79,7121	9	Инвестиционные вложения (млн.) - IC:		87 ▶	80,261
	10				10					
	11	Год - k:	Поток доходов (млн.) - Сk:	Дисконтированный поток:	11	Год - k:	Поток доходов (млн.) - Сk:	Дисконтированный поток:		
	12	1 ▶	15 ▶	13,1158	12	1 ▶	15 ▶	13,548		
	13	2 ▶	39 ▶	30,1915	13	2 ▶	39 ▶	30,6686		
	14	3 ▶	45 ▶	30,7524	14	3 ▶	45 ▶	31,4202		
	15	4 ▶	67 ▶	40,811	15	4 ▶	67 ▶	41,2593		
	16	5 ▶	75 ▶	40,9282	16	5 ▶	75 ▶	41,1903		
	17				17					
	18	NPV:		76,5523	18	NPV:		77,826		
	19				19					
	20				20					
	21				21					
22				22						
23				23						
24				24						
25				25						
26				26						
27				27						
Уран -3	3				3					
	4	Ставка дисконтирования - г.	▶	0,15	4	Ставка дисконтирования - г.	▶	0,15		
	5	Уровень инфляции - ε	▶	0,0925147	5	Уровень инфляции - ε	▶	0,0840503		
	6				6					
	7	Расчет NPV для ИП "Уран-1"			7	Расчет NPV для ИП "Уран-1"				
	8		без учета ε	с учетом ε	8		без учета ε	с учетом ε		
	9	Инвестиционные вложения (млн.) - IC:		130 ▶	119,11	9	Инвестиционные вложения (млн.) - IC:		87 ▶	80,261
	10				10					
	11	Год - k:	Поток доходов (млн.) - Сk:	Дисконтированный поток:	11	Год - k:	Поток доходов (млн.) - Сk:	Дисконтированный поток:		
	12	1 ▶	50 ▶	43,8126	12	1 ▶	50 ▶	44,1186		
	13	2 ▶	80 ▶	62,8877	13	2 ▶	80 ▶	62,0877		
	14	3 ▶	90 ▶	61,5861	14	3 ▶	90 ▶	61,8098		
	15	4 ▶	110 ▶	67,0032	15	4 ▶	110 ▶	66,9637		
	16	5 ▶	120 ▶	64,8407	16	5 ▶	120 ▶	65,1034		
	17				17					
	18	NPV:		180,679	18	NPV:		219,822		
	19				19					
	20				20					
	21				21					
22				22						
23				23						
24				24						
25				25						
26				26						
27				27						

Обычно предпочтение отдается проекту с наибольшей величиной чистой текущей стоимости доходов, в обоих случаях предприятию выгоднее выбрать ИП «Уран-3». Но как можно заметить, с использованием одних и тех же исходных данных, результаты расчетов по различным методикам получились близкие, не одинаковые. Это произошло, потому что при использовании НМ2 вся неопределенность, свойственная инвестиционным проектам учитывается и при больших степенях свободы, получают более

информативные значения показателя NPV с учетом неопределенности границ ФП.

В примере был приведен расчет одного показателя эффективности поскольку он наиболее наглядно демонстрирует хорошую результативность разработанного метода, но аналогично по соответствующим формулам, с применением методики на основе НМ2, можно рассчитать другие показатели экономической эффективности инвестиционных проектов и по совокупности определить наиболее выгодный как для инвестора, так и для руководителя.

Библиографический список

1. Царев В.В. Оценка экономической эффективности инвестиций. СПб.: Питер, 2004. 464 с.
2. Норткотт Д. Принятие инвестиционных решений. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. 247 с.
3. Buckley J.J. The Fuzzy Mathematics of Finance // Fuzzy Sets and Systems, 1987, N21, pp. 257-273.
4. Kahraman C., Ruan D., Tolga E. Capital Budgeting Techniques Using Discounted Fuzzy versus Probabilistic Cash Flows // Information Sciences, 2002, №142, pp. 57-76.
5. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. – СПб.: Типография «Сезам», 2002. – 181 с.
6. Севастьянов П.В., Севастьянов Д.П. Оценка финансовых параметров и риска инвестиций с позиций теории нечетких множеств // "Надежные программы", 1997, №1, с. 10-19.
7. Mendel Jerry M Type-2 Fuzzy Sets: Some Questions and Answers // Department of Electrical Engineering University of Southern California, Los Angeles, CA 90089-2564.