Формирование портфеля инвестиционных проектов

© 2011 Л.Н. Родионова
доктор экономических наук, професор
© 2011 А.А. Хакимов
© 2011 Т.В. Баронина
кандидат экономических наук, доцент
Уфимский государственный авиационный технический университет
E-mail: rodion@ufanet.ru, hakimov@umpo.ru, MBTB@RB.RU

Один из основных вопросов при построении моделей бюджетирования капитала - оценка их прогнозируемых параметров. Рыночная стоимость проекта может быть выражена как функция денежных потоков, связанных с его реализацией. Инвестиционные решения всегда принимаются в условиях неопределенности, и в результате денежные потоки, определяющие параметры проекта, так же не могут быть определены точно. Это создает риск того, что фактически полученные значения денежных потоков будут хуже прогнозных.

Ключевые слова: инвестиционные проекты, портфель, бюджетный капитал, модели построения.

Объектом моделирования в настоящем исследовании является ОАО "УМПО", а объектом рассмотрения - система реализации инвестиционной стратегии в условиях неопределенности. Цель построения модели состоит в выборе оптимального портфеля инвестиционных проектов из дискретного множества доступных независимых проектов. Математический аппарат - теория размытых множеств. Инструментальная и функциональная идентификация, используемая при построении модели, - модели линейного математического программирования. Интерпретация модели - выбор наилучшей альтернативы портфеля проектов с целью снижения рисков и максимизации суммарной рыночной стоимости проектов, определяемой посредством критерия суммарного чистого приведенного дохода.

Для решения указанной задачи используется аппарат линейного математического программирования в условиях определенности исходной информации: задача формулируется обычно как задача максимизации (или минимизации) заданной функции на заданном множестве допустимых альтернатив, которое описывается системой равенств или неравенств.

Рассматриваемую задачу бюджетирования капитала можно формализовать в виде одномерной линейной задачи математического программирования с булевыми переменными

$$c(x) = \sum_{i=1}^{n} NPV_i x_i \to \max \qquad (1)$$

с учетом ограничения

$$\sum_{i=1}^{n} a_i x_i \le b, \qquad (2)$$

где $x_i = 0$, если проект i не включен в инвестиционный портфель, и $x_i = 1$, если проект i включен в инвестиционный портфель, $i = 1,...,n$;
n - число рассматриваемых проектов;
$a_i > 0$ - инвестиционные затраты проекта i;
$b > 0$ - общий объем доступных инвестиционных ресурсов, таких, что:

$$\sum_{i=1}^{n} a_i > b; \quad a_i \le b \quad i = 1,...,n; \qquad (3)$$

$NPV_i > 0$ - чистый приведенный доход от проекта i.

Параметры NPV_i, a_i, b не могут быть определены точно, а чаще всего описываются характеристиками с интервальными значениями, имеющими невероятностный характер, что позволяет представить их размытыми числами:

$$c_\alpha(x) = \sum_{i=1}^{n} NPV_i x_i \to \max, \qquad (4)$$

где α - заданный минимальный уровень степеней принадлежностей (уровень размытости, определяющий субъективную оценку степени уверенности лица, принимающего решение, в возможности появления рисковых событий).

Среди всех возможных векторов x, удовлетворяющих размытому неравенству $\sum_{i=1}^{n} a_i x_i \le b$, необходимо найти такой вектор x^0, для которого $c_\alpha(x^0) \ge_\alpha c_\alpha(x)$ в соответствии с размытой операцией "больше или равно на уровне α"; операции "$\geq, >$" понимаются в размытом смысле. Размытое число A больше или равно на уровне α размытого числа B (обозначение $A \geq_\alpha B$), если найдется такое $t \in SuppA$, что $\mu_A(t) \geq \alpha$ и $t \geq s$ для всех $s \in SuppB$, таких, что $\mu_B(t) \geq \alpha$; $SuppA$ - носитель размытого числа A.

С нашей точки зрения, представляется необходимым остановиться на описании того, как можно представить неопределенные параметры задачи бюджетирования размытыми числами и учесть инвестиционные риски в параметрах модели.

Учитывая денежные потоки, участвующие в расчете показателя чистого приведенного дохода, можно определить этот показатель для проекта i:

$$NPV_i = \sum_{t=0}^{T} \left(\sum_{l=1}^{L} DCF_i(l,t) N(l) \right) / (1+r)^t, \quad (5)$$

где $DCF_i(1,t)$ - поступления от продаж продукции в период t;

$DCF_i(2,t)$ - переменные издержки в период t;

$DCF_i(3,t)$ - постоянные издержки в период t;

$DCF_i(4,t)$ - налоги, выплачиваемые в период t;

$DCF_i(5,t)$ - инвестиции в период t;

$DCF_i(6,t)$ - проценты по кредитам, выплачиваемые в период t;

$N(l)$ - знак денежного потока ($N(l) = +1$ для $l = 1$ и $N(l) = -1$ для $l = 2,...,6$);

t - порядковый номер периода времени;

T - горизонт планирования;

r - ставка дисконтирования.

Сценарный подход к анализу проектов предусматривает расчет трех вариантов развития проекта: пессимистического, оптимистического и ожидаемого. Соответственно, определяются три значения чистого приведенного дохода: при пессимистической, оптимистической и ожидаемой оценках исходных параметров, в качестве которых выступают указанные выше денежные потоки. Обозначим эти оценки параметров следующим образом:

$DCF_i(l,t)_p$ - для пессимистического варианта;

$DCF_i(l,t)_o$ - для оптимистического варианта;

$DCF_i(l,t)_e$ - для ожидаемого варианта.

Можно предложить естественное представление параметров размытыми треугольными числами $(DCF_i(l,t)_p, DCF_i(l,t)_e, DCF_i(l,t)_o)$ для $l = 1$ и размытыми треугольными числами $(DCF_i(l,t)_o, DCF_i(l,t)_e, DCF_i(l,t)_p)$ для $l = 2,...,6$ с функциями принадлежности, представленными на рис. 1.

Определение носителя функции принадлежности такого размытого числа в виде интервала с границами, заданными пессимистической и оптимистической оценками, очевидно. В принципе такое представление параметров уже отражает неопределенность, связанную с проектом, но не учитывает оценку рисков. Классификация факторов рисков зависит от реальной проблемы, в рамках которой она производится. Для того чтобы использовать оценку рисков для задачи бюджетирования капитала, удобно разделить их факторы по группам рисков, соответствующим определяющим чистый приведенный доход прогнозируемым денежным потокам проекта $DCF_i(l,t)$: повышения инвестиционных затрат, повышения постоянных затрат, повышения переменных затрат, снижения поступлений от продаж продукции, повышения процентных ставок по кредитам, повышения налоговых ставок.

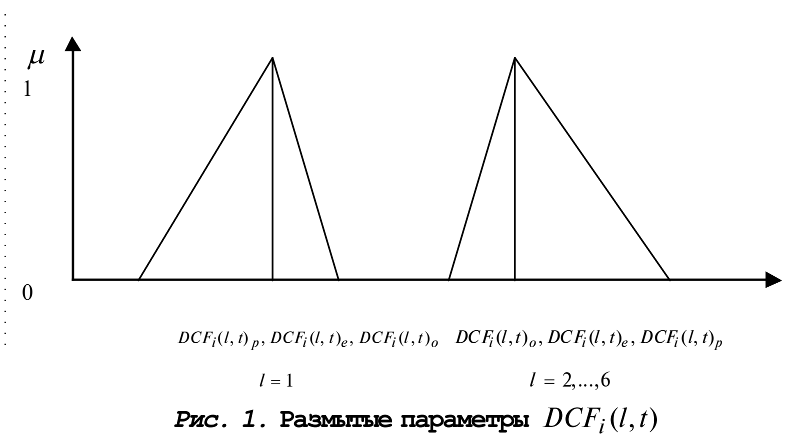

Рис. 1. **Размытые параметры** $DCF_i(l,t)$

Для оценки факторов риска будем использовать шкалу, состоящую из 11 термов (терм – название лингвистической переменной): "очень высокий", "высокий", "довольно высокий", "относительно высокий", "выше среднего", "средний", "относительно низкий", "довольно низкий", "низкий", "очень низкий", "практически отсутствует".

Чем выше уровень риска негативного изменения параметра, тем больше значений базовой переменной с максимальным значением функции принадлежности должно смещаться от величины $DCF_i(l,t)_e$ (для ожидаемого варианта) к величине $DCF_i(l,t)_p$ (для пессимистического варианта). Так, на рис. 2 показано, что поступ-

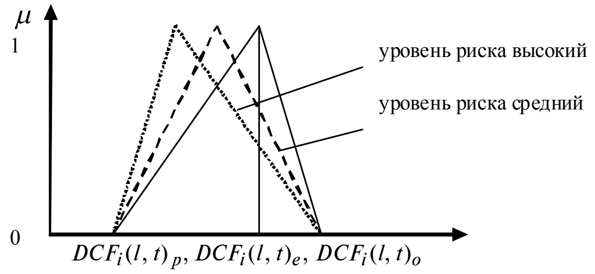

Рис. 2. **Различное представление размытого числа $DCF_i(1,t)$ в зависимости от уровня риска**

ления от продаж продукции в период t могут быть представлены различными размытыми числами в зависимости от уровня риска негативного изменения этого параметра.

Далее необходимо определить, каким именно образом производить смещение размытого параметра в зависимости от конкретного значения соответствующего уровня риска. Носителем размытого числа $DCF_i(l,t)$ является интервал $[DCF_i(l,t)_p, DCF_i(l,t)_o]$ и для каждого параметра l имеется набор оценок рисков, состоящий из $T = 11$ термов. Формы функции принадлежности $DCF_i(l,t)$ для двух крайних оценок риска – "очень высокой" для терма $\tau = 11$ и "практически отсутствует" $\tau = 1$ – являются граничными для множества функций принадлежности всех термов. Функции принадлежности для остальных оценок $\tau = 2,\dots, T-1$ будут занимать промежуточные положения, как это показано на рис. 3 для параметра, характеризующего поступления от продаж продукции в период t.

При конкретном значении терма τ оценка параметра l в виде размытого треугольного числа будет определяться следующим образом:

$$DCF_i(l,t) = (DCF_i(l,t)_p; DCF_i(l,t)_e - (\tau-1)* \quad (6)$$
$$*(DCF_i(l,t)_e - DCF_i(l,t)_p)/(T-1); DCF_i(l,t)_o),$$
$$для \quad l = 1;$$
$$DCF_i(l,t) = (DCF_i(l,t)_o; DCF_i(l,t)_e - (\tau-1)* \quad (7)$$
$$*(DCF_i(l,t)_p - DCF_i(l,t)_e)/(T-1); DCF_i(l,t)_p),$$
$$для \quad l = 2,\dots, L.$$

В результате согласно (5) с использованием размытых чисел $DCF_i(l,t)$, $l = 1,\dots, L; t = 0,\dots, T$ рассчитывается чистый приведенный доход NPV_i, значение которого также представляется размытым числом.

Для каждого проекта, используя сценарный подход и лингвистическую оценку риска повышения инвестиционных затрат, инвестиционные затраты определяются в виде размытого числа с треугольной функцией принадлежности

$$a_i = DCF_i(5,0) + \dots + DCF_i(5,T). \quad (8)$$

Аналогично можно определить и общий объем доступных инвестиционных средств b. Риски того, что инвестиционные ресурсы окажутся меньше планируемого объема, заключа-

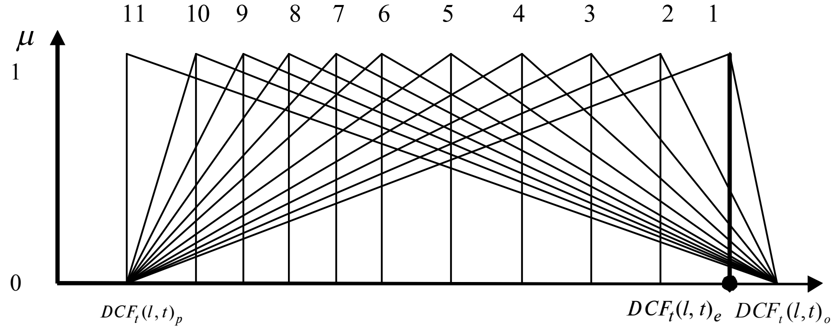

Рис. 3. **Функции принадлежности размытого числа $DCF_i(l,t)$, соответствующие различным термам лингвистической переменной "риск снижения поступлений от продаж продукции"**

Результаты решения задачи бюджетирования капитала с размытыми параметрами

Сценарий	Переменные			Суммарные инвестиционные ресурсы	Общий максимальный доход инвестиционного портфеля
	x_1	x_2	x_3	$a_{o\,бщ}^{\;m}$	$c^m(x)$
Опт.	1	0	1	2 072 900	**5 579 071**
Ож.	0	0	1	2 070 500	**4 405 034**
Пес.	0	0	0	0	**0**

ются в возможном недостаточном уровне собственных ресурсов, полученных от текущей деятельности; в возможных затруднениях при увеличении акционерного капитала; в возможных проблемах при получении заемных средств.

Результаты реализации задачи на данных ОАО "УМПО" представлены в таблице.

Решение проблем адекватного отражения рисков с использованием теории размытых множеств, представленных для одномерной модели задач с учетом ограничения инвестиционных ресурсов (имеющей важное самостоятельное значение в практике предприятий), может быть применено и для более сложных моделей.

1. *Клейнер Г.Б.* Экономико-математическое моделирование и экономическая теория // Экономика и математические методы. 2001. Т. 37. № 3.

2. *Деревянко П.М.* Сравнение нечеткого и имитационного подхода к моделированию деятельности предприятия в условиях неопределенности // Современные проблемы экономики и управления народным хозяйством: сб. науч. ст. Вып. 14. СПб., 2005. С. 289-292.

3. *Деревянко П.М.* Нечетко-логический подход к формированию инвестиционного портфеля // Инструментальные методы в экономике: сб. науч. тр. СПб., 2004. С. 117-123.

4. *Птускин А.С.* Задача бюджетирования капитала с размытыми параметрами // Экономика и математические методы. 2005. Т. 41. № 2. С. 95-101.

Поступила в редакцию 03.09.2011 г.