

Оценка и анализ финансовых рисков инвестиционного проекта

© 2012 Л.Н. Родионова

доктор экономических наук, профессор

© 2012 Р.А. Фатхлисламов

Уфимский государственный авиационный технический университет

E-mail: fomin@sseu.ru

Рассматриваются постановка, формализация и реализация задачи оценки и анализа финансового риска газотранспортного предприятия, который количественно характеризуется субъективной оценкой ожидаемой величины максимального и минимального доходов (убытков) от вложения капитала. Чем больше диапазон между максимальным и минимальным доходами (убытками) при равной вероятности их получения, тем выше степень риска.

Ключевые слова: инвестиции, риск-менеджмент, оценка риска, имитационное моделирование, модель денежных потоков, газотранспортное предприятие, инвестиционный проект.

В российской практике финансовый риск количественно характеризуется субъективной оценкой ожидаемой величины максимального и минимального доходов (убытков) от вложения капитала. Чем больше диапазон между максимальным и минимальным доходами (убытками) при равной вероятности их получения, тем выше степень риска. Для оценки и анализа финансовых рисков инвестиционного проекта на газотранспортном предприятии воспользуемся методом имитационного моделирования Монте-Карло¹. Базовой моделью расчета эффективности инновационного проекта является модель расчета эффективности проекта без учета источников финансирования. Такой анализ позволяет оценить эффективность самого проекта как такового вне зависимости от того, какая будет впоследствии выбрана схема финансирования. Модель денежных потоков при оценке эффективности проекта без учета источников финансирования определяется по формуле (1)²:

$$\begin{aligned}
 CF(t) &= CFO(t) + CFI(t); \\
 CFO(t) &= P(t) \cdot Q(t) - \Delta DZ(t) - \\
 & - \left[\sum_{i=1}^n AVC_i(t) \cdot Q(t) + \sum_{j=1}^m TFC_j(t) + \right. \\
 & \left. W(t) - \Delta KZ(t) + Taxes(t) \right]; \\
 CF(t) &= I(t),
 \end{aligned} \tag{1}$$

где $Q(t)$ - объем продаж в периоде t , шт.;

t - шаг расчета;

$t = 1, \dots, T$;

T - количество шагов расчета в рамках горизонта планирования (срока реализации инвестиционного проекта);

$P(t)$ - цена продукции в периоде t ;

$AVC_i(t)$ - переменные затраты на единицу продукции вида i в периоде t в денежном выражении, здесь i - виды переменных затрат (сырье и материалы), $i = 1, \dots, n$;

n - количество видов переменных затрат;

$TFC_j(t)$ - постоянные затраты вида j в периоде t , здесь j - виды постоянных затрат, $j = 1, \dots, m$;

m - количество видов постоянных затрат;

$W(t)$ - выплаченная зарплата в период t ;

$I(t)$ - инвестиции в период t ;

$\Delta DZ(t)$ - изменение дебиторской задолженности поставщиков в периоде t ;

$\Delta KZ(t)$ - изменение кредиторской задолженности перед поставщиками в периоде t ;

$Taxes(t)$ - налоги, выплаченные в период t ;

$CF(t)$ - денежный поток за период t ;

$CFO(t)$ - денежный поток от основной деятельности в период t по проекту;

$CFI(t)$ - денежный поток от инвестиционной деятельности в период t по проекту.

Эффективность проекта без учета источников финансирования рассчитывается по формуле (2):

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CF(t)}{\prod_{i=0}^t (1+r_i)}, \tag{2}$$

где t - шаг расчета, $t = 1, \dots, T$;

T - количество шагов расчета в рамках горизонта планирования;

r_i - ставка дисконтирования в периоде i реализации проекта $i = 1, \dots, T$;

$CF(t)$ - денежный поток за период t .

Данная модель представляет собой аналитическую запись таблицы денежных потоков инвестиционного проекта, по которой рассчитываются показатели эффективности проекта. Для базового варианта расчета инвестиционного про-

екта все переменные, перечисленные выше, представляются в виде конкретных числовых значений. Таким образом, прогноз денежных потоков инвестиционного проекта создается для детерминированных значений его составляющих. В случае анализа риска инвестиционного проекта с использованием вероятностной имитационной модели предпосылка о детерминированности ослабляется. Часть составляющих денежного потока считается риск-переменными, т.е. задается в виде случайной величины с определенным законом распределения³.

Математическая модель для имитации в общем случае имеет вид (формула (3)):

$$Effect = f(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n), \quad (3)$$

где *Effect* - какой-либо из интегральных показателей эффективности инвестиционного проекта;

f - функция, задающая зависимость между составляющими потока денежных средств по проекту и интегральным показателям эффективности инвестиционного проекта;

x_i - составляющие денежного потока инвестиционного проекта, которые рассматриваются как случайные величины, так называемые "риск-переменные";

n - количество риск-переменных;

x_i, a_j - фиксированные параметры потока денежных средств, которые принимаются детерминированными и включаются в модель в качестве числовых значений базового варианта расчета инвестиционного проекта;

m - количество фиксированных параметров модели a_j .

Для случая выбора *NPV* в качестве результирующего показателя эффективности математическая модель будет иметь вид

$$NPV = f(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n, a_1, \dots, a_j, \dots, a_m). \quad (4)$$

Для анализа результатов, полученных с помощью имитационного моделирования, и количественной оценки риска наиболее информатив-

ными являются коэффициент ожидаемых потерь и вероятность реализации неэффективного проекта (для показателя *NPV* - вероятность отрицательного *NPV*)⁴.

В то же время, как отмечено в работе⁵, в условиях российской экономики модель должна быть усложнена следующим образом:

1) использование особых видов законов распределения, так как характер поведения риск-переменных достаточно сложный, он может быть не всегда корректно описан стандартными законами распределения;

2) учет в модели неоднородной инфляции в качестве риск-переменной при планировании в текущих ценах;

3) учет в модели нестабильности налогового окружения (особенно в ситуации, когда горизонт планирования достаточно велик), учет налоговых ставок в качестве риск-переменных;

4) учет в модели величины и сроков обращения дебиторской задолженности в качестве риск-переменных как ключевых характеристик наличия неплатежей;

5) включение в модель ставки дисконтирования, зависящей от шага расчета в качестве риск-переменной с целью учета меняющейся во времени и нестабильной стоимости капитала.

Рассмотрим инвестиционный проект по открытию филиала газовой компании в одном из регионов. В процессе предварительного анализа были выявлены три ключевых параметра проекта и определены возможные границы их изменений (табл. 1). Прочие параметры проекта считаются постоянными величинами (табл. 2).

Первым этапом анализа, согласно сформулированному выше алгоритму, является определение зависимости результирующего показателя от исходных. При этом в качестве результирующего показателя обычно выступает один из критериев эффективности: *NPV*, *IRR*, *PI*.

Таблица 1. Ключевые параметры проекта

Сценарий	Показатели		
	Наихудший	Наилучший	Ожидаемый
Количество подключений <i>Q</i>	12 000	20 000	16 000
Цена <i>P</i>	240	520	380
Переменные затраты <i>V</i>	300	100	200

Таблица 2. Неизменяемые параметры проекта

Показатели	Наиболее вероятное значение
Постоянные затраты <i>F</i>	200 000
Амортизация <i>A</i>	1000
Налог на прибыль <i>T</i>	25 %
Норма дисконта <i>r</i>	10 %
Срок проекта <i>n</i>	5
Начальные инвестиции <i>I₀</i>	3 000 000

Предположим, что используемым критерием является чистая современная стоимость проекта NPV, определяемая по формуле (5).

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (5)$$

где NCF_t - величина чистого потока платежей в периоде t ;

r - ставка дисконтирования;

I_0 - начальные инвестиции.

Значения нормы дисконта r и первоначального объема инвестиций I_0 известны и считаются постоянными в течение срока реализации проекта (см. табл. 2). Ключевыми варьируемыми параметрами являются: переменные расходы V , количество заключенных договоров Q и цена P . Диапазоны возможных изменений варьируемых показателей приведены в табл. 1. При этом будем исходить из предположения, что все ключевые переменные имеют равномерное распределение вероятностей. Осуществим проведение имитационного эксперимента в среде ППП EXCEL путем использования инструмента "Генератор случайных чисел". Результаты представлены в табл. 3

трактоваться как чистая стоимость неопределенности для инвестора в случае отклонения проекта. Несмотря на всю условность этих показателей, в целом они представляют собой индикаторы целесообразности проведения дальнейшего анализа. В данном случае они наглядно демонстрируют несоизмеримость суммы возможных убытков по отношению к общей сумме доходов.

На практике одним из важнейших этапов анализа результатов имитационного эксперимента является исследование зависимостей между ключевыми параметрами. Вариация значений всех трех параметров носит случайный характер, что подтверждает принятую ранее гипотезу об их независимости. Для сравнения приведен график распределений потока платежей NCF и величины NPV для первых 20 точек генеральной совокупности (рис. 1).

Как следует из результатов корреляционного анализа, выдвинутая гипотеза о независимости распределений ключевых переменных V , Q , P , в целом, подтвердилась. Значения коэффициентов корреляции между переменными расходами V , количеством Q и ценой P ($R_{V,Q}=0,02$; $R_{V,P}=0,09$; $R_{Q,P}=0,03$;) достаточно близки к 0 (рис. 2).

Таблица 3. Результаты имитационного анализа

Показатели	Переменные расходы V	Количество Q	Цена P	Поступления NCF_t	ЧСС NPV_t
Среднее значение	204,6	16 035,5	8270,3	96 856 968	364 164 111
Стандартное отклонение	55,2	2314,3	4643,6	58 069 239	220 128 103
Коэффициент вариации	0,27	0,14	0,56	0,60	0,60
Минимум	100,6	12 000,1	204,3	-519 958	-4 971 052
Максимум	299,9	19 995,5	15 998,8	228 832 925	864 456 824
Число случаев $NPV < 0$	9				
Сумма убытков	-22808606,9				
Сумма доходов	364186919578,6				
$P(E \leq 0)$	0,00	0,00	0,04	0,05	0,05
$P(E \leq \text{МИН}(E))$	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
$P(M(E)+CKO \leq E \leq \text{max})$	0,12	0,12	0,11	0,15	0,15
$P(M(E)-CKO \leq E \leq M(E))$	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34

Коэффициент вариации (0,60) меньше 1, таким образом, риск данного проекта в целом ниже среднего риска инвестиционного портфеля фирмы. Результаты вероятностного анализа показывают, что шанс получить отрицательную величину NPV не превышает 1%. Таким образом, с вероятностью более 98 % можно утверждать, что поступления от проекта будут положительными величинами. Сумма всех отрицательных значений NPV в полученной генеральной совокупности (-22 808,6 тыс. руб.) может быть интерпретирована как чистая стоимость неопределенности для инвестора в случае принятия проекта. Аналогично сумма всех положительных значений NPV (364 186 919,6 тыс. руб.) может

В свою очередь, величина показателя NPV зависит от величины потока платежей ($R_{NCF,NPV}=1$). Кроме того, существует корреляционная зависимость средней степени между Q и NPV ($R_{Q,NPV}=0,79$), P и NPV ($R_{P,NPV}=0,42$). Между величинами V и NPV существует слабая обратная корреляционная зависимость ($R_{V,NPV}=-0,02$).

Полезность проведения последующего статистического анализа результатов имитационного эксперимента заключается в том, что во многих случаях он позволяет выявить некорректность в исходных данных или даже ошибки в постановке задачи. Следует отметить, что близкие к нулевым значениям коэффициента корреляции R указывают на отсутствие линейной свя-

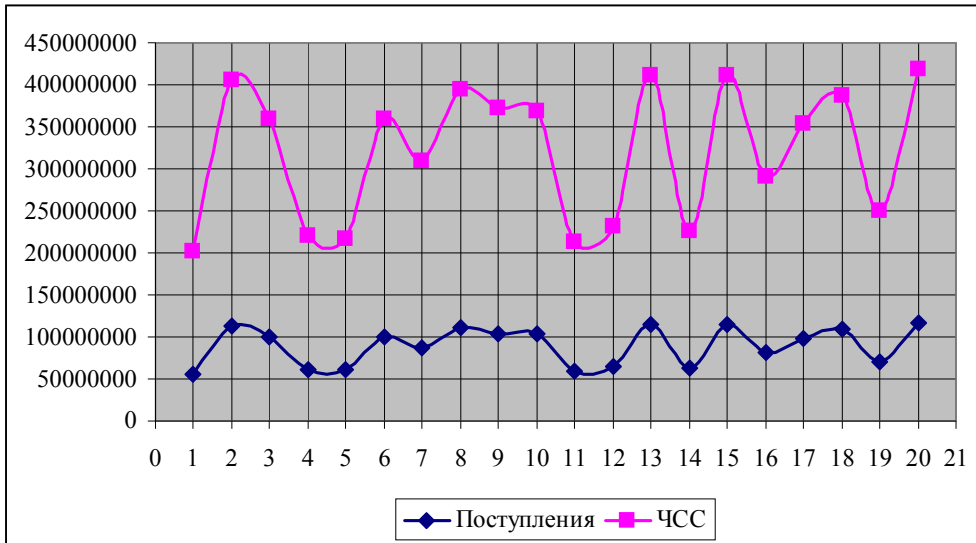


Рис. 1. Распределение потока платежей *NCF* и величины *NPV*

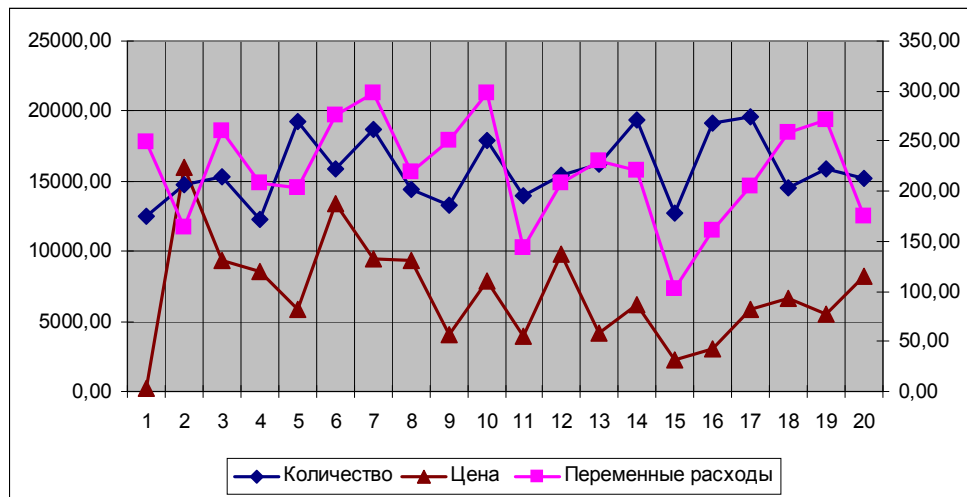


Рис. 2. Распределение потоков количества, цены и переменных расходов

зи между исследуемыми переменными, но не исключают возможности нелинейной зависимости.

При проведении имитационного эксперимента и последующего вероятностного анализа полученных результатов авторы исходили из предположения о нормальном распределении исходных и выходных показателей. Для проверки гипотезы о нормальном распределении случайной величины в простейшем случае можно использовать такие характеристики распределения, как асимметрия (скос) и эксцесс. Проанализировав данные описательной статистики для переменных *V*, *Q*, *P*, *NCF*, *NPV*, можно сказать, что значение стандартной ошибки для средней величины *NPV* составляет 6 961 061,84 руб. Другими словами, среднее или ожидаемое значение случайной величины *NPV* определено с погрешностью 364 164 111±6 961 061,84. Относительная

погрешность составляет 2 %. Уровень надежности показывает величину доверительного интервала для математического ожидания согласно заданному уровню надежности или доверия.

С вероятностью 95 % величина математического ожидания *NPV* попадет в интервал 364 164 111±13 659 997,64, а с вероятностью 99 % - в интервал 364 164 111±17 964 857,62.

Определим коэффициент риска проекта по формуле (6).

$$k = - \frac{M(x | x < 0) \cdot P(x < 0)}{M(x | x \geq 0) \cdot P(x \geq 0)}, \tag{6}$$

где $x = NPV$; $M(x | x < 0)$ - математическое ожидание величины x при $x < 0$;

$M(x | x \geq 0)$ - математическое ожидание величины x при $x \geq 0$;

$P(x < 0)$ - вероятность принятия значения $x < 0$;

$P(x \geq 0)$ - вероятность принятия значения $x \geq 0$.

Подставим значения в (6) и получим

$$k = -\frac{(-2534\,289,65) \cdot 0,009}{367\,494\,368,90 \cdot 0,991} = 0,00006.$$

Следовательно, риск рассматриваемого инвестиционного проекта низкий, а прибыль, которую он может принести компании, значительно больше возможного убытка. Имитационное моделирование позволяет учесть максимально

возможное число факторов внешней среды для поддержки принятия управленческих решений и является наиболее мощным средством анализа инвестиционных рисков.

¹ Лукаевич И.Я. Анализ финансовых операций. Методы, модели, техника вычислений. М., 1998.

² Там же.

³ См.: Лукаевич И.Я. Указ. соч.; Максимова О.С. Управление финансовыми рисками // Финансовый директор. 2008. □ 3. С. 32-38.

⁴ См.: Там же.

⁵ Окрепилов В.В. Применение современных методов управления качеством при оценке инновационных проектов // Инновации. 2008. □ 12 (122). С. 88-91.

Поступила в редакцию 02.07.2012 г.