

8.2. УЧЕТ РИСКОВ И ДОХОДНОСТИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНВЕСТИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

Афанасьев А.М., магистр экономики, аспирант кафедры ММАЭ экономического факультета

МГУ им. М.В. Ломоносова

Рассматриваются методы и модели расчета ставки дисконтирования с учетом доходности и риска альтернативных вложений. Отправной точкой являются модели и соображения, приведенные в работах В.Н. Лившица и С.А. Смоляка. Построены модели, позволяющие оценить в динамике влияние альтернативных вложений на величину ставок дисконтирования. На конкретном примере получены оценки доходности ставок дисконтирования инвестиционного проекта с учетом альтернативных вложений и риска.

Построена граница Парето, характеризующая эффективность инвестиционного проекта в пространстве риск – доходность. Предложен метод учета риска снижения доходности при оценке эффективности инвестиционного проекта, позволяющий сопоставить инвестиционный проект и альтернативные инвестиции в пространстве риск – доходность. Разработан и апробирован метод определения порогового уровня риска снижения доходности при принятии решения.

При оценке инвестиционного проекта (ИП) важно оценить не только его эффективность, но и эффективность альтернативных возможностей. При этом при сравнении этих альтернатив необходимо учитывать не только их доходность, но и те риски, с которыми имеет дело инвестор, отдавая предпочтения тому или иному варианту. На сегодняшний день существует множество работ, посвященных оценке эффективности ИП, которые содержат различные подходы оценки доходности и анализу рисков [3, 5-8, 10, 11].

Цель данной работы заключается в построении моделей, которые позволяют произвести сравнение ИП и альтернативных возможностей, учитывающих риски, которые возникают как при реализации ИП, так и при инвестировании в альтернативные финансовые инструменты.

В основе математических моделей оценки эффективности инвестиционных проектов лежит основополагающая концепция экономической теории – сравнение альтернативных возможностей. Рассмотрим проект, реализуемый в интервале времени $[0, T]$ с интегральными стоимостными характеристиками:

$$\{C_0; d_1, \dots, d_t, \dots, d_T\},$$

где

C_0 – инвестиции в нулевой момент времени;

d_t – чистый доход в момент t , т.е.

$$d_t = R_t - C_t,$$

где

R_t – доход в момент t ;

C_t – инвестиции в момент t .

Предположим, что средства инвестора могут быть вложены в инвестиционный проект либо в приобретение финансового актива с известной ставкой доходности r . Этот финансовый актив рассматривается в качестве альтернативы инвестиционному проекту. В этом

случае величина приведенного дохода инвестиционного проекта определяется формулой:

$$PV = \sum_{t=1}^T \frac{d_t}{(1+r)^t}, \quad (1)$$

а чистый приведенный доход – формулой:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{d_t}{(1+r)^t} - C_0 = PV - C_0. \quad (2)$$

При этом PV может трактоваться как величина инвестиций в финансовый актив с доходностью r , приносящая поток чистых доходов $\{d_1, \dots, d_t, \dots, d_T\}$ за период $[1, T]$. В то же время C_0 – величина стартовых инвестиций в инвестиционный проект, приносящая тот же поток доходов.

В случае выполнения неравенства $NPV > 0$ начальные инвестиции в ИП меньше, чем в альтернативный актив при одинаковом потоке чистых доходов. Следовательно, ИП предпочтительнее, чем приобретение актива с доходностью r .

Если $NPV < 0$, то проект следует отвергнуть, так как поток чистых доходов $\{d_1, \dots, d_t, \dots, d_T\}$ может быть получен с меньшими, чем у ИП, инвестициями в альтернативный финансовый актив.

1. МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИП ПРИ ЕДИНСТВЕННОЙ АЛЬТЕРНАТИВЕ

Данная модель описывает возможность получения потока доходов $\{d_1, \dots, d_t, \dots, d_T\}$ с помощью единственного альтернативного финансового актива [2].

Пусть:

y – объем вложений в альтернативные финансовые схемы;

x_t – объем вложений в финансовый актив в момент времени t , $t = 1, \dots, T - 1$;

d_t – чистый денежный доход по ИП в момент времени t , $t = 1, \dots, T$;

r – доходность финансового актива.

Рассмотрим модель:

$$y \rightarrow \min; \quad (1.1)$$

$$(1+r)y - x_1 = d_1; \quad (1.2)$$

$$(1+r)x_{t-1} - x_t = d_t, t = 2, \dots, T - 1; \quad (1.3)$$

$$(1+r)x_{T-1} = d_T; \quad (1.4)$$

$$y \geq 0; x_t \geq 0; t = 1, \dots, T - 1.$$

Здесь:

- значение целевой функции (1.1) – размер начальных (в нулевой момент времени) инвестиций в финансовый актив, обеспечивающий тот же чистый денежный поток, что и инвестиционный проект;
- условия (1.2) и (1.3) – балансовые соотношения, описывающие условия получения дохода;
- (1.4) – условия неотрицательности переменных.

Оптимальное значение целевой функции y^* – минимальный размер инвестиций в финансовый актив, при котором обеспечивается такой же поток чистых доходов, который приносит инвестиционный проект.

Запишем задачу, двойственную задаче (1.1-1.4):

$$\sum_{t=1}^T d_t z_t \rightarrow \max;$$

$$(1+r)z_t \leq 1; \quad (1.5)$$

$$-z_{t-1} + (1+r)z_t \leq 0; t = 2, \dots, T.$$

Решая эту задачу, получаем:

$$z_1^* = \frac{1}{1+r};$$

$$z_t^* = \frac{1}{(1+r)^t}.$$

Оптимальное значение целевой функции двойственной задачи определяется формулой (1) и представляет собой величину приведенного дохода. В соответствии с первой теоремой двойственности линейного программирования справедливо равенство:

$$y^* = \sum_{t=1}^T \frac{d_t}{(1+r)^t}.$$

Таким образом, модель (1.1-1.4) позволяет представить минимальный размер вложений в финансовый актив как величину приведенного дохода от реализации инвестиционного проекта при ставке дисконтирования, определяемой доходностью актива.

Двойственная оценка z_t^* ограничения задачи (1.5) – приведенная к нулевому моменту времени стоимость единицы чистого денежного дохода в момент t . Заметим, что ставка доходности r финансового актива при любом $t = 1, \dots, T-1$ определяется формулой:

$$r = \frac{z_t^*}{z_{t+1}^*} - 1.$$

Таким образом, получив оптимальное значение y^* целевой функции задачи (1.1-1.4), следует принять решение о реализации инвестиционного проекта по следующей схеме, если

$$y^* = \sum_{t=1}^T \frac{d_t}{(1+r)^t} > C_0,$$

то инвестиционный проект следует реализовать, если

$$y^* = \sum_{t=1}^T \frac{d_t}{(1+r)^t} < C_0,$$

то инвестиционный проект следует отвергнуть в пользу альтернативной возможности.

Модель (1.1-1.4) демонстрирует возможность оценки оптимального размера вложений в единственный альтернативный актив, причем двойственная оценка z_t^* ограничения этой модели является дисконтирующим множителем в формуле (1) приведенного дохода.

Обычно инвестор имеет несколько возможностей вложения, альтернативных ИП, которые характеризуются различными уровнями доходности. Поэтому далее рассмотрим обобщение модели (1.1-1.4), позволяющее учесть эти альтернативы.

2. МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИП ПРИ НЕСКОЛЬКИХ АЛЬТЕРНАТИВАХ С РАЗЛИЧНОЙ ДОХОДНОСТЬЮ

Итак, имеются инвестиционные средства, которые могут либо быть вложены в реализацию инвестиционного проекта, либо задействоваться в финансовых схемах, то есть вкладываться в приобретение финансовых активов, приносящих доход. Для определенности будем считать, что все альтернативные возможности представляют собой срочные вклады. Каждый срочный

вклад характеризуется моментом времени вложения, сроком погашения и доходностью. Для того чтобы взяться за реализацию проекта, необходимо убедиться, что использование всех альтернативных возможностей позволяет получить тот же поток чистых доходов, что и ИП, при большей сумме стартовых инвестиций y , чем начальные вложения C_0 в инвестиционный проект.

Задача состоит в том, чтобы определить минимальный размер инвестиций в альтернативные инвестиционные проекты возможности, который позволит получить тот же поток чистых доходов $\{d_1, \dots, d_t, \dots, d_T\}$, что и реализация инвестиционного проекта.

Введем дополнительные обозначения:

j – индекс срочного вклада, $j = 1, \dots, n$;

v_j – момент времени вложения по срочному вкладу j ;

w_j – срок действия срочного вклада j ;

r_j – доходность срочного вклада j за весь срок его действия.

Предполагается, что для любого срочного вклада j момент v_j времени вложения фиксирован. Если по срочному вкладу j сделаны вложения в размере x_j , то через w_j единиц времени вкладчику выплачивается сумма $(1+r_j)x_j$. Без ограничения общности можно считать, что для любого момента времени существует такой вклад, выплата по которому производится в следующий момент времени. При этом доходность такого вклада может быть нулевой. Использование вклада с нулевой доходностью означает, что деньги остаются на руках у инвестора.

Пусть

G_t – множество индексов j , таких, что $t = v_j$, т.е. по вкладу j сделано вложение в момент времени t ;

Q_t – множество индексов j , таких, что $t = v_j + w_j$, т.е. по вкладу j получена выплата в момент времени t .

Для любого t множества G_t и Q_t известны.

Тогда модель имеет следующий вид:

$$y \rightarrow \min; \quad (2.1)$$

$$y - \sum_{j \in G_0} x_j = 0; \quad (2.2)$$

$$\sum_{j \in Q_t} (1+r_j)x_j - \sum_{j \in G_t} x_j = d_t; t = 1, \dots, T-1; \quad (2.3)$$

$$\sum_{j \in Q_T} (1+r_j)x_j = d_T; \quad (2.4)$$

$$y \geq 0; x_j \geq 0; j = 1, \dots, n. \quad (2.5)$$

Здесь:

- значение целевой функции (2.1) – размер инвестиций в альтернативные возможности, обеспечивающий тот же чистый денежный поток, что и инвестиционный проект;
- условия (2.2-2.4) – балансовые соотношения, описывающие условия получения дохода;
- (2.5) – условия неотрицательности переменных.

Оптимальное значение целевой функции y^* – минимальный размер инвестиций в альтернативные возможности (срочные вклады). Если $y^* > C_0$, то следует сделать выбор в пользу инвестиционного проекта. Иначе альтернативные возможности предпочтительнее.

Запишем задачу, двойственную задаче (2.1-2.5).

$$\sum_{t=1}^T d_t z_t \rightarrow \max;$$

$$z_0 \leq 1; \quad (2.6)$$

$$-z_{v_j} + (1+r)z_{v_j+w_j} \leq 0; j = 1, \dots, n.$$

Двойственная оценка z_t^* ограничений задачи (2.6) показывает приведенную к нулевому моменту времени стоимость единицы денежного дохода в момент $t = 0, \dots, T$. Естественно, $z_0^* = 1$. Из соотношения (2.6) мы можем определить ставку доходности a_t в момент времени t при использовании оптимального плана альтернативных вложений:

$$a_t = \frac{z_{t-1}^*}{z_t^*} - 1. \tag{2.7}$$

Важно отметить, что эта величина не является константой, а изменяется во времени.

Заметим, что для $t = 1, \dots, T$:

$$z_t^* = \frac{1}{(1+a_1)} * \frac{1}{(1+a_2)} * \dots * \frac{1}{(1+a_t)}.$$

Различие в доходности используемых финансовых активов может объясняться тем, что они имеют разные временные характеристики. Для обеспечения потока чистых доходов $\{d_1, \dots, d_t, \dots, d_T\}$ не обязательно будут использоваться только самые высокодоходные активы. Поэтому модель (2.6) сама по себе представляет практический интерес. Однако в соответствии с экономической теорией, основной причиной различия доходности используемых активов является риск: Если неопределенность относительно приносимого активами потока денежной наличности отсутствует, то норма дохода на все активы должна быть одинаковой. Причина этого очевидна: если бы норма дохода на один актив была выше нормы дохода на другой, притом что во всех остальных отношениях эти активы одинаковы, то никто не захотел бы приобретать актив с более низкой нормой дохода. Поэтому в равновесии все находящиеся во владении активы должны приносить одну и ту же норму дохода [4].

Учитывая это положение экономической теории, обобщим нашу модель, введя для каждой финансовой схемы уровень ее рискованности, а также переменную, отражающую склонность к риску инвестора.

Далее мы будем рассматривать способы учета риска, которые можно описать линейными функциями. Это упрощенный подход, позволяющий показать возможность учета риска при оценке изменяющейся во времени ставки дисконтирования.

3. МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИП И СТАВОК ДИСКОНТИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ РИСКОВ, НЕ СВЯЗАННЫХ С ДОХОДНОСТЬЮ ИП И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВЛОЖЕНИЙ

Предполагается, что риски, рассматриваемые в данном разделе, не связаны непосредственно с доходностью как инвестиционного проекта, так и финансовых активов. То есть наступление рискового события не приводит к изменению потока чистых доходов $\{d_1, \dots, d_t, \dots, d_T\}$ инвестиционного проекта и величины дохода, получаемого инвестором при использовании альтернативных возможностей. В качестве такого риска может рассматриваться риск задержки выплат дохода.

Предположим, что все доступные нам альтернативные финансовые схемы имеют экспертную оценку уровня риска по m -бальной шкале, то есть рискован-

ность альтернативного вложения отражается в баллах. Соответственно, безрисковый актив оценивается в 0 баллов, а самый рискованный – в m баллов. Склонность к риску инвестора будем оценивать максимальным значением c среднего риска, которое также находится в интервале $[0, m]$. Чем склонность инвестора к риску выше, тем больше c . Будем считать, что инвестор ограничивает для себя величину среднего риска альтернативных вложений для всего периода планирования.

Тогда модель оценки минимальной величины альтернативных вложений с учетом риска имеет следующий вид:

$$y \rightarrow \min ; \tag{3.1}$$

$$y - \sum_{j \in G_t} x_j = 0, t = 0 ; \tag{3.2}$$

$$\sum_{j \in G_t} (1+r_j)x_j - \sum_{j \in G_{t-1}} x_j = d_t; t = 1, \dots, T-1 ; \tag{3.3}$$

$$\sum_{j \in G_T} (1+r_j)x_j = d_T ; \tag{3.4}$$

$$y \geq 0; x_j \geq 0; j = 1, \dots, n. \tag{3.5}$$

$$\sum_{j=1}^n (c - I_j)x_j \geq 0. \tag{3.6}$$

где

I_j – параметр, отражающий рискованность j -го финансового актива, $0 \leq c \leq m$;

c – параметр, отражающий склонность инвестора к риску, $0 \leq c \leq m$.

(3.1) – целевая функция – размер инвестиций в альтернативные схемы;

(3.2-3.4) – балансовые соотношения, описывающие условия получения дохода;

(3.5) – условия неотрицательности переменных;

(3.6) – ограничение, отражающее склонность к риску инвестора на всем интервале планирования.

Мы исходим из того, что оценки I_j могут быть получены экспертным путем, а оценка среднего риска с измерена в тех же единицах, что и I_j .

Оптимальное значение y^* целевой функции этой модели – минимальный размер инвестиций в альтернативные возможности, позволяющий получить тот же поток чистых доходов, что и ИП. При этом средний уровень риска альтернативных вложений ограничен.

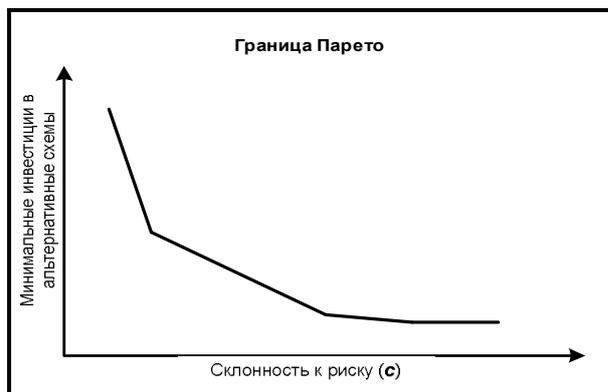


Рис. 3.1. Граница Парето

Будем считать, что инвестору известна оценка риска, моделируемая для ИП. То, что инвестор рассматривает возможность реализации ИП, позволяет считать

уровень риска, характеризующий ИП, приемлемым для инвестора. Тогда средний уровень риска инвестиций в альтернативные возможности c , устанавливаемый инвестором, можно принять равным его оценке риска для ИП. Зависимость $y^*(c)$ характеризует границу Парето в пространстве уровень риска – минимальные альтернативные вложения (рис. 3.1). При риске ИП и среднем риске альтернативных вложений, равным c , величина $y^*(c)$ характеризует минимальную сумму вложений в альтернативные активы, которая обеспечивает тот же поток доходов, что и ИП.

Если при уровне риска c ИП величина $y^*(c) > C_0$, то следует сделать выбор в пользу инвестиционного проекта. Иначе альтернативные возможности предпочтительнее.

Запишем задачу, двойственную задаче (3.1-3.6).

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^T d_t z_t &\rightarrow \max; \\ z_0 &\leq 1; \\ -z_{v_j} + (1+r_j)z_{v_j+w_j} + \\ &+ (c-l_j)s \leq 0; j = 1, \dots, n; \\ s &\geq 0. \end{aligned} \quad (3.7)$$

Здесь s – двойственная оценка ограничения по риску.

Оптимальные значения z_t^* , $t = 1, \dots, T$ по-прежнему представляют собой ставки дисконтирования, позволяющие получить оценку приведенного дохода для ИП. Однако в данном случае эти значения зависят не только от доходности r_j альтернативных инвестиций, но и уровня $(c-l_j)$ риска финансовых активов по отношению к риску ИП.

Условие (3.6) ограничивает риск инвестора в среднем на всем периоде планирования. Если инвестор хочет ограничить риск равномерно для каждого момента времени, то вместо ограничения (3.6) в модель следует включить систему ограничений

$$\sum_{j \in D_t} (c-l_j)x_j \geq 0, t = 1, \dots, T. \quad (3.8)$$

Здесь D_t – множество индексов j , таких, что вклад j действует в момент времени t .

И в этой модификации модели оптимальные значения z_t^* , $t = 1, \dots, T$ представляют собой ставки дисконтирования, позволяющие получить оценку приведенного дохода с учетом риска ИП и альтернативных инвестиций.

4. МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИП И СТАВОК ДИСКОНТИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ РИСКА СНИЖЕНИЯ ДОХОДНОСТИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ

Введем оценку риска p_j для каждого актива j , $j = 1, \dots, n$. В качестве этого показателя возьмем вероятность невозврата инвестиций. Рассмотрим следующую модель:

$$y \rightarrow \min; \quad (4.1)$$

$$y - \sum_{j \in G_t} x_j = 0, t = 0; \quad (4.2)$$

$$\sum_{j \in Q_t} (1+r_j)x_j - \sum_{j \in G_t} x_j = d_t, t = 1, \dots, T-1; \quad (4.3)$$

$$\sum_{j \in G_T} (1+r_j)x_j = d_T; \quad (4.4)$$

$$y \geq 0; x_j \geq 0; j = 1, \dots, n; \quad (4.5)$$

$$\sum_{j \in D_t} (g-p_j)x_j \geq 0, t = 1, \dots, T. \quad (4.6)$$

где

g – предельная для инвестора доля потерь от общей суммы вложений;

p_j – вероятность невозврата инвестиций в актив j .

В приведенной модели:

(4.1) – целевая функция – минимальный размер инвестиций в финансовые активы;

(4.2-4.4) – балансовые соотношения, описывающие условия получения дохода;

(4.5) – условия неотрицательности переменных;

(4.6) – система ограничений, отражающих склонность к риску инвестора для каждого момента времени $t = 1, \dots, T$.

Наступление рискового события – невозврата инвестиций – влияет на доходность альтернативных инвестиций. Для того чтобы с помощью альтернативных инвестиций получить поток чистых доходов $\{d_1, \dots, d_b, \dots, d_T\}$, необходимо компенсировать ожидаемые потери. В предположении о равномерном во времени распределении риска невозврата инвестиций для получения потока чистых доходов $\{d_1, \dots, d_b, \dots, d_T\}$ необходима величина минимальных альтернативных вложений, равная: $\frac{y(g)}{1-g}$,

где $y(g)$ – оптимальное значение целевой функции (4.1). То есть, при ожидаемой доле потерь g ожидаемая

величина альтернативных инвестиций в $\frac{1}{1-g}$ раз превышает значение $y(g)$.

Оптимистическая оценка ИП

Предположим, что риск снижения доходности для ИП отсутствует или не учитывается. Тогда, сравнивая ИП с альтернативными возможностями, инвестор должен сравнить величины $\frac{y(g)}{1-g}$ и C_0 . Так как инвестор сам

может устанавливать допустимую долю потерь, ему следует предпочесть альтернативные инвестиции, если существует величина g в интервале $[0,1]$, для которой выполняется неравенство:

$$\frac{y(g)}{1-g} < C_0; \quad (4.7)$$

Если при любом g в интервале $[0,1]$ выполняется неравенство

$$\frac{y(g)}{1-g} > C_0, \quad (4.8)$$

то следует предпочесть ИП.

Прямая линия на рис. 4.1 описывается функцией $C_0(1-g)$. Зависимость $y(g)$ схематично показана гладкой линией. Рис. 4.1 соответствует случаю, когда следует отдать предпочтение альтернативным инвестициям.

Рис. 4.2 соответствует случаю, когда следует реализовать ИП.

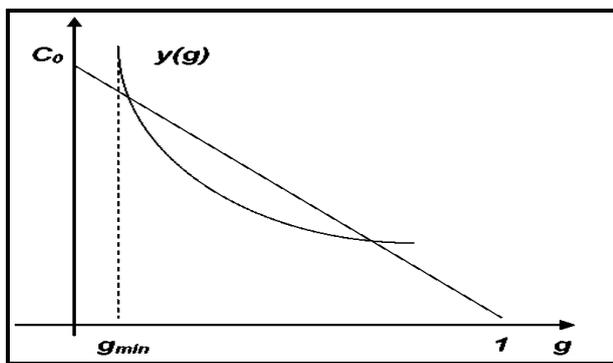


Рис. 4.1. Случай выбора альтернативных инвестиций

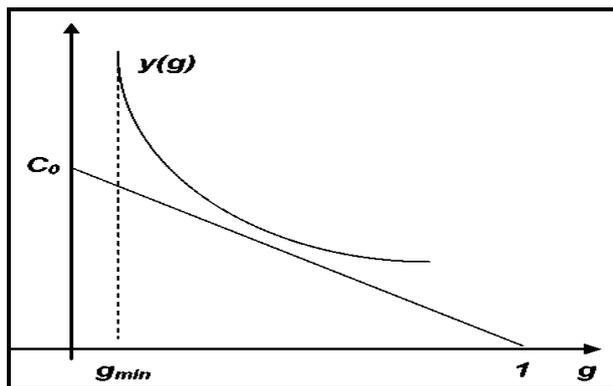


Рис. 4.2. Случай выбора ИП

5. ОЦЕНКА ИП С УЧЕТОМ РИСКА СНИЖЕНИЯ ДОХОДНОСТИ

Обычно фактический приведенный чистый доход от реализации проекта меньше расчетной оценки. Возможность снижения фактической доходности по сравнению с ожидаемой назовем риском снижения доходности ИП. Величина этого риска зависит от внешних факторов и от квалификации исполнителя, которого инвестор привлекает для реализации инвестиционного проекта. Инвестор, принимая решение о реализации проекта, готов к тому, что фактическая величина приведенного чистого дохода будет меньше расчетной. Предположим, у инвестора существует возможность получить информацию о риске снижения доходности ИП, проанализировав доходность других, уже реализованных им инвестиционных проектов и сравнив новые риски с ранее выявленными. Новый риск может повторять или расширять один из ранее выявленных. В таком случае следует не включать его в список рисков, а уточнить описание и оценки выявленного раньше риска.

Далее мы будем исходить из того, что риск снижения доходности реализуется во времени равномерно, т.е. равномерно во времени происходит снижение фактического потока чистого дохода по сравнению с расчетными значениями. Тогда величина C_0 начальных затрат на реализацию ИП не позволит получить поток чистых доходов $\{d_1, \dots, d_b, \dots, d_T\}$. Для того чтобы получить расчетный поток чистых доходов, потребуются дополнительные инвестиции в альтернативные активы. В этом случае истинная стоимость потока чистых доходов $\{d_1, \dots, d_b, \dots, d_T\}$ для инвестора может быть определена как

сумма величины начальных затрат C_0 на реализацию ИП и вложений в альтернативные активы, компенсирующие инвестору потери дохода, связанные с риском снижения доходности. Эти суммарные затраты следует сравнить с минимальной величиной вложения в альтернативные активы, обеспечивающие получение потока чистых доходов $\{d_1, \dots, d_b, \dots, d_T\}$.

Относительный уровень снижения доходности ИП можно характеризовать коэффициентом:

$$b = \frac{y - x}{y}, \tag{5.1}$$

где b – относительный уровень снижения доходности; y – расчетный приведенный доход ИП; x – фактический приведенный доход ИП.

В качестве рискового мы будем рассматривать случай, когда расчетный приведенный чистый доход превосходит фактический. Будем также считать известным максимальный уровень b' снижения доходности. Тогда $0 \leq b \leq b'$. Возможность повышения доходности не рассматривается как рисковое событие.

Будем также учитывать риск невозврата альтернативных вложений. Вкладывая деньги в альтернативные финансовые схемы, инвестор тем самым соглашается на определенный уровень риска снижения доходности альтернативных вложений. Минимальный уровень вложений $y(g)$ в альтернативные схемы при склонности к риску g характеризует приведенный доход в ставках дисконта, полученных по модели (4.1-4.6).

Инвестор может компенсировать снижение доходности по ИП с помощью альтернативных вложений. Для этого ему потребуется сумма $\frac{y(g)b}{1-g}$, которую можно

назвать компенсирующими альтернативными инвестициями. В этом случае его общие расходы составят $C_0 + \frac{y(g)b}{1-g}$.

Тогда решение о том, следует ли принять ИП, должно основываться на результатах анализа уравнения

$$C_0 + \frac{y(g)b}{1-g} = \frac{y(g)}{1-g} \tag{5.2}$$

или

$$\frac{C_0(1-g)}{1-b} = y(g).$$

При $b = 0$ снижения доходности ИП не происходит, это оптимистический вариант реализации ИП, рассмотренный ранее.

Если при некотором g в интервале $[0,1]$ справедливо неравенство:

$$\frac{y(g)}{1-g} < C_0,$$

то инвестору следует предпочесть альтернативные инвестиции.

Если при любом g в интервале $[0,1]$ справедливо неравенство:

$$\frac{y(g)}{1-g} > C_0,$$

то следует сравнить величины $\frac{y(g)}{1-g}$ и $\frac{C_0}{1-b'}$.

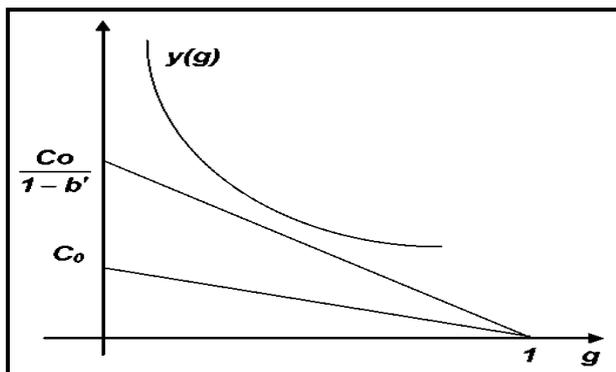


Рис. 5.1. Инвестор выбирает ИП

Если при любом g в интервале $[0,1]$ справедливо неравенство:

$$y(g) > \frac{C_0(1-g)}{1-b'}$$

как показано на рис. 5.1, то инвестору следует отдать предпочтение ИП.

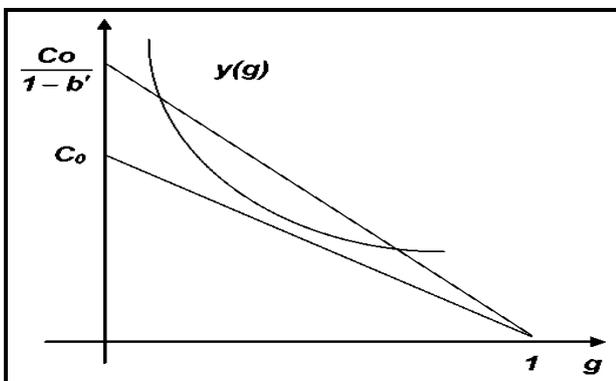


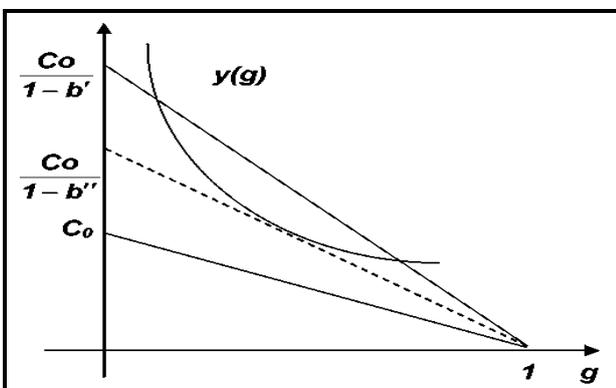
Рис. 5.2. Инвестору требуется дополнительная информация

Если при некоторых g в интервале $[0,1]$ справедливо неравенство:

$$y(g) < \frac{C_0(1-g)}{1-b'}$$

как показано на рис. 5.2, то для принятия решения инвестору требуется дополнительная информация.

Будем предполагать, что величина b является случайной и равномерно распределена на интервале $[0, b']$.

Рис. 5.3. Нахождение b'' (графическое решение)

Найдем минимальное значение b'' , при котором существует решение g уравнения (рис. 5.3):

$$y(g) = \frac{C_0(1-g)}{1-b''}$$

Из предыдущих построений следует, что $0 < b'' < b'$.

Тогда с вероятностью $\frac{b''}{b'}$ ИП выгоднее альтерна-

тивных инвестиций, с вероятностью $1 - \frac{b''}{b'}$ альтернативные инвестиции выгоднее ИП.

Решение может быть выбрано следующим образом:

- в случае $\frac{b''}{b'} > 0,5$ следует отдать предпочтение ИП;
- в случае $\frac{b''}{b'} < 0,5$ следует отдать предпочтение альтернативным инвестициям.

Предположим далее, что риск снижения доходности ИП и риск снижения доходности альтернативных инвестиций сопоставимы. Вкладывая деньги в ИП или в альтернативные финансовые схемы, инвестор выбирает для себя уровень риска снижения доходности, приемлемый как для ИП, так и для альтернативных возможностей, и при данном уровне риска делает выбор либо в пользу ИП, либо вкладывает деньги в альтернативные проекту финансовые схемы.

Будем предполагать, что если инвестор считает возможным реализацию проекта с уровнем снижения доходности b , то приемлемый для него уровень снижения доходности альтернативных инвестиций g может быть принят равным b , то есть $g = b$.

Тогда уравнение (5.2) принимает вид:

$$y(b) = C_0 \quad (5.3)$$

и мы имеем случай, аналогичный рассмотренному в разделе 3.

При уровне риска b снижения доходности ИП и альтернативных инвестиций решение о реализации инвестиционного проекта принимается следующим образом:

- если $y(b) > C_0$, то следует сделать выбор в пользу ИП;
- если $y(b) < C_0$, то инвестиционный проект следует отклонить в пользу альтернативных инвестиций.

При этом решение b^* уравнения (5.3) - пороговое для принятия решения значение уровня снижения доходности. Функция $y(b)$ является убывающей. Если уравнение (5.3) имеет решение b^* , то это решение единственно. При риске снижения доходности ИП, не превосходящем b^* , следует отдать предпочтение ИП. Если риск снижения доходности выше b^* , то предпочтительнее альтернативные возможности.

6. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПО МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ИП ПРИ ЕДИНСТВЕННОЙ АЛЬТЕРНАТИВЕ

В табл. 6.1. содержатся денежные потоки по проекту строительства бизнес-центра.

Итак, имеется 34,5 млн. у.е. Есть две возможности вложения этих денег:

- вложение в реализацию инвестиционного проекта;
- размещение в финансовой схеме сроком на шесть лет. ($T = 6$).

В данном примере фиксированная ставка доходности финансовой схемы составляет 10%.

Таблица 6.1

ДЕНЕЖНЫЕ ПОТОКИ

| Данные на начало года | 2-й год | 3-й год | 4-й год | 5-й год | 6-й год | 7-й год |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Затраты на строительство, у.е. | | | | | | |
| Стоимость приобретения прав аренды на землю, у.е. | 11 468 000 | - | - | - | - | - |
| Себестоимость строительства бизнес-центра, у.е. | 22 600 000 | - | - | - | - | - |
| Стоимость разработки проектно-сметной документации, у.е. | 432 000 | - | - | - | - | - |
| ИТОГО затраты на строительство, у.е. | 34 500 000 | - | - | - | - | - |
| Доходы, у.е. | | | | | | |
| Прибыль от розничной торговли магазина алкогольной продукции (7% выручки от реализации), у.е. | - | 1 050 000 | 1 155 000 | 635 250 | 1 397 550 | 1 537 305 |
| Поступления от аренды, у.е. | - | 7 020 000 | 7 020 000 | 3 510 000 | 7 020 000 | 7 020 000 |
| Абонентская плата, у.е. | - | 4 536 000 | 4 536 000 | 4 536 000 | 4 536 000 | 4 536 000 |
| Расходы, у.е. | | | | | | |
| Эксплуатационные расходы, у.е. | - | 810 000 | 810 000 | 810 000 | 810 000 | 810 000 |
| Ремонт этажей, замена оборудования, у.е. | - | - | - | 5 768 000 | - | - |
| Денежный поток, у.е. | | | | | | |
| Затраты на строительство, у.е. | -34 500 000 | - | - | - | - | - |
| ИТОГО доходы, у.е. | 0 | 12 606 000 | 12 711 000 | 8 681 250 | 12 953 550 | 13 093 305 |
| ИТОГО расходы, у.е. | 0 | 810 000 | 810 000 | 6 578 000 | 810 000 | 810 000 |
| Чистый денежный поток по проекту строительства, у.е. | -34 500 000 | 11 796 000 | 11 901 000 | 2 103 250 | 12 143 550 | 12 283 305 |
| Чистый денежный поток нарастающим итогом, у.е. | -34 500 000 | -22 704 000 | -10 803 000 | -8 699 750 | 3 443 800 | 15 727 105 |

Таблица 7.1

Задача состоит в том, чтобы определить минимальный размер альтернативных инвестиций, который при использовании в конкретной финансовой схеме позволит получить тот же размер приведенного дохода, что и реализация инвестиционного проекта.

Стоит отметить, что данная модель является аналогом (проверкой) обыкновенного расчета приведенного дохода, с той лишь разницей, что компьютерная программа производит расчеты с большей точностью.

Приведем задачу к математическому виду и воспользуемся линейным программированием для ее решения.

Целевая функция: $y \rightarrow \min$.

Ограничения:

$$y - x_1 = 0;$$

$$1.1x_1 - x_2 = 0;$$

$$1.1x_2 - x_3 = 11\,796\,000;$$

$$1.1x_3 - x_4 = 11\,901\,000;$$

$$1.1x_4 - x_5 = 2\,103\,250;$$

$$1.1x_5 - x_6 = 12\,143\,550;$$

$$1.1x_6 = 12\,283\,310;$$

$$y \geq 0; x_j \geq 0, j = 1, \dots, 6.$$

Результаты расчетов указывают на то, что минимальная сумма денег, которая, участвуя в финансовой схеме с фиксированным уровнем доходности 10% годовых, может принести те же доходы, что и реализация инвестиционного проекта, должна составлять 34 600 500 у.е. Следовательно, расчеты свидетельствуют о том, что выгоднее вкладывать деньги в реализацию инвестиционного проекта.

7. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПО МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ИП ПРИ НЕСКОЛЬКИХ АЛЬТЕРНАТИВАХ С РАЗЛИЧНОЙ ДОХОДНОСТЬЮ

Предположим, что возможности альтернативных вложений расширяются.

Существует 11 возможных финансовых схем для вложения денег. Виды вкладов, их продолжительность, возможные сроки вложения и проценты по вкладам приведены в табл. 7.1.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СХЕМЫ

| Вид вклада | Срок вклада данного вида, годы | Возможные моменты вложения данного вида (на начало года) | Процент по вкладу |
|------------|--------------------------------|--|-------------------|
| A | 1 | 1, 2, 3, 4, 5, 6 | 10,0 |
| B | 2 | 1, 3, 5 | 19,0 |
| C | 3 | 1, 4 | 35,0 |

Требуется сделать выбор: заняться реализацией инвестиционного проекта или отвергнуть его, вложив деньги в доступные альтернативные финансовые схемы.

Данные о возможностях вложений в альтернативные финансовые схемы и возврата денег приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2

ВЛОЖЕНИЯ И ДОХОДЫ

| Вклады | На начало года | | | | | | |
|-------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 1-го | 2-го | 3-го | 4-го | 5-го | 6-го | 7-го |
| A в году 1 | -1,00 | 1,1 | - | - | - | - | - |
| A в году 2 | - | -1,00 | 1,1 | - | - | - | - |
| A в году 3 | - | - | -1,00 | 1,1 | - | - | - |
| A в году 4 | - | - | - | -1,00 | 1,1 | - | - |
| A в году 5 | - | - | - | - | -1,00 | 1,1 | - |
| A в году 6 | - | - | - | - | - | -1,00 | 1,1 |
| B в году 1 | -1,00 | - | 1,19 | - | - | - | - |
| B в году 3 | - | - | -1,00 | - | 1,19 | - | - |
| B в году 5 | - | - | - | - | -1,00 | - | 1,19 |
| C в году 1 | -1,00 | - | - | 1,35 | - | - | - |
| C в году 4 | - | - | - | -1,00 | - | - | 1,35 |

Так как в любой момент времени можно сделать вклад на один год, хранить деньги на руках невыгодно. При этом для того чтобы взяться за реализацию проекта, нам необходимо получать в каждый момент времени чистый денежный поток, не меньший, чем доходы от вложений в финансовые схемы.

С учетом этого задача может быть описана следующей моделью (денежные потоки попериодно рассчитаны в табл. 6.1):

Целевая функция: $y \rightarrow \min$.

Ограничения:

$$y - A_1 - B_1 - C_1 = 0;$$

$$1,1A_1 - A_2 = 0;$$

$$1,1A_2 + 1,19B_1 - A_3 - B_3 = 11\,796\,000;$$

$$1,1A_3 + 1,35C_1 - A_4 - C_4 = 11\,901\,000;$$

$$1,1A_4 + 1,19B_3 - A_5 - B_5 = 2\,103\,250;$$

$$1,1A_5 - A_6 = 12\,143\,550;$$

$$1,1A_6 + 1,19B_5 + 1,35C_4 = 12\,283\,305;$$

$$y \geq 0; x_j \geq 0; j = A_1 \dots A_6, B_1 \dots B_6, C_1 \dots C_6,$$

где A_t – сумма денег, вложенных во вклад вида A в момент времени t .

Результаты расчетов указывают на то, что минимальная сумма денег, которая, участвуя в доступных финансовых схемах, может принести те же доходы, что и реализация бизнес-проекта, должна составлять 34 154 520 у.е.

Первоначальные инвестиции, необходимые для запуска проекта, составляют 34 500 000 у.е. Следовательно, выбор следует сделать в пользу альтернативных финансовых схем.

Воспользуемся для расчета различных ставок доходности во времени уже известной формулой 2.7.

Результаты расчетов приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3

РАСЧЕТ СТАВОК ДОХОДНОСТИ ВО ВРЕМЕНИ

| На начало года | z_t | a_t , % |
|----------------|--------|-----------|
| 1-го | 1 | - |
| 2-го | 0,9091 | 10 |
| 3-го | 0,8264 | 10 |
| 4-го | 0,7407 | 11,6 |
| 5-го | 0,6734 | 10 |
| 6-го | 0,6122 | 10 |
| 7-го | 0,5487 | 11,6 |

Отметим, что доходность альтернативных вложений изменяется во времени, так как в 3-м и 6-м годах используются вклады с доходностью выше 10% годовых.

8. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПО МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ИП И СТАВОК ДИСКОНТИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ РИСКОВ, НЕ СВЯЗАННЫХ С ДОХОДНОСТЬЮ ИП И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВЛОЖЕНИЙ

Аналогично предыдущей модели существуют 11 возможных финансовых схем для вложения денег. Виды вкладов, их продолжительность, возможные сроки вложения и проценты по вкладу приведены в табл. 7.1.

Данные о возможностях вложений и возврата денег приведены в табл. 7.2.

Предположим, что различные финансовые активы характеризуются следующим уровнем риска (по шкале от единицы до девяти):

- риск по финансовой схеме A соответствует уровню 5;
- риск по финансовой схеме B - 2;
- риск по финансовой схеме C - 7.

Уровень склонности к риску инвестора с также характеризуется по шкале от единицы до девяти.

Задача описывается следующей моделью:

Целевая функция: $y \rightarrow \min$.

Ограничения:

$$y - A_1 - B_1 - C_1 = 0;$$

$$1,1A_1 - A_2 = 0;$$

$$1,1A_2 + 1,19B_1 - A_3 - B_3 = 11\,796\,000;$$

$$1,1A_3 + 1,35C_1 - A_4 - C_4 = 11\,901\,000;$$

$$1,1A_4 + 1,19B_3 - A_5 - B_5 = 2\,103\,250;$$

$$1,1A_5 - A_6 = 12\,143\,550;$$

$$1,1A_6 + 1,19B_5 + 1,35C_4 = 12\,283\,305.$$

Дополнительные ограничения имеют вид:

$$5A_1 + 2B_1 + 7C_1 \leq c(A_1 + B_1 + C_1);$$

$$5A_2 + 2B_1 + 7C_1 \leq c(A_2 + B_1 + C_1);$$

$$5A_3 + 2B_3 + 7C_1 \leq c(A_3 + B_3 + C_1);$$

$$5A_4 + 2B_3 + 7C_4 \leq c(A_4 + B_3 + C_4);$$

$$5A_5 + 2B_5 + 7C_4 \leq c(A_5 + B_5 + C_4);$$

$$5A_6 + 2B_5 + 7C_4 \leq c(A_6 + B_5 + C_4);$$

$$y \geq 0; x_j \geq 0, j = A_1 \dots A_6, B_1 \dots B_6, C_1 \dots C_6,$$

где c – уровень склонности к риску инвестора.

Далее приведены результаты расчетов по модели для значения $c = 9$:

Дополнительные ограничения, отражающие склонность к риску инвестора, выглядят следующим образом:

$$5A_1 + 2B_1 + 7C_1 \leq 9(A_1 + B_1 + C_1);$$

$$5A_2 + 2B_1 + 7C_1 \leq 9(A_2 + B_1 + C_1);$$

$$5A_3 + 2B_3 + 7C_1 \leq 9(A_3 + B_3 + C_1);$$

$$5A_4 + 2B_3 + 7C_4 \leq 9(A_4 + B_3 + C_4);$$

$$5A_5 + 2B_5 + 7C_4 \leq 9(A_5 + B_5 + C_4);$$

$$5A_6 + 2B_5 + 7C_4 \leq 9(A_6 + B_5 + C_4).$$

Преобразуя дополнительные ограничения, получим:

$$4A_1 + 7B_1 + 2C_1 \geq 0;$$

$$4A_2 + 7B_1 + 2C_1 \geq 0;$$

$$4A_3 + 7B_3 + 2C_1 \geq 0;$$

$$4A_4 + 7B_3 + 2C_4 \geq 0;$$

$$4A_5 + 7B_5 + 2C_4 \geq 0;$$

$$4A_6 + 7B_5 + 2C_4 \geq 0.$$

Произведя расчеты, получим следующее значение y^* :

$$y = 34\,154\,520.$$

Стоит отметить, что если уровень склонности инвестора к риску превышает уровень риска по самой рискованной схеме альтернативного вложения, то минимальная сумма денег, которая, участвуя в доступных финансовых схемах, может принести те же доходы, что и реализация проекта, составляет 34 154 520 у.е. и не изменится до тех пор, пока склонность к риску инвестора не станет ниже уровня риска по самой рискованной альтернативной финансовой схеме. Поэтому нас интересуют ситуации, когда уровень склонности инвестора к риску ниже уровня риска самой рискованной схемы альтернативного вложения.

Далее значение параметра c уменьшается с шагом в один балл. Полученные результаты расчета модели представлены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПО МОДЕЛИ 3

| № шага | Значение c (в баллах) | Значение y^* , у.е. |
|--------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 9, 8, 7 | 34 154 520 |
| 2 | 6 | 34 333 820 |
| 3 | 5 | 34 600 500 |
| 4 | 4 | 35 017 610 |
| 5 | 3 | Задача не имеет решения |

Здесь мы имеем возможность наблюдать изменяющуюся во времени ставку дисконтирования для различных уровней склонности к риску инвестора c . В табл. 8.2 подсчитаны став-

ки дисконтирования для различных уровней склонности инвестора к риску в каждый момент времени по формуле 2.7.

Таблица 8.2

РАСЧЕТ СТАВОК ДОХОДНОСТИ ВО ВРЕМЕНИ

| На начало года | c = 9 | | c = 6 | | c = 5 | | c = 4 | |
|----------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| | z _t | a _t , % |
| 1-го | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - |
| 2-го | 0,909 | 10 | 0,907 | 10,3 | 0,909 | 10 | 0,909 | 10 |
| 3-го | 0,826 | 10 | 0,825 | 9,9 | 0,826 | 10 | 0,831 | 9,4 |
| 4-го | 0,741 | 11,5 | 0,746 | 10,6 | 0,751 | 10 | 0,76 | 9,3 |
| 5-го | 0,673 | 10 | 0,678 | 10 | 0,683 | 10 | 0,691 | 10 |
| 6-го | 0,612 | 10 | 0,616 | 10 | 0,621 | 10 | 0,632 | 9,3 |
| 7-го | 0,549 | 11,5 | 0,555 | 11 | 0,565 | 9,9 | 0,573 | 10,3 |

На основе табл. 8.1 мы имеем возможность построить границу Парето, некоторые точки которой показаны на рис. 8.1.

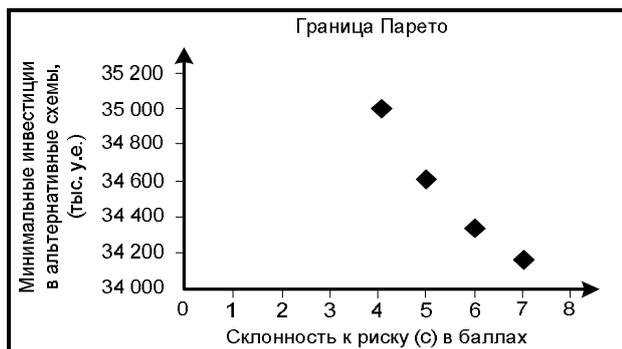


Рис. 8.1. Граница Парето

Кривая границы Парето имеет отрицательный наклон в силу того, что с увеличением склонности к риску инвестора приведенный доход сокращается, т.е. для получения такого же дохода, как и при реализации инвестиционного проекта, более склонному к риску инвестору потребуется вложить в альтернативные финансовые схемы меньшую сумму денег, чем менее склонному к риску. Точки, принадлежащие границе Парето, указывают при соответствующей склонности к риску инвестора на минимальную сумму денег, которая, участвуя в доступных для инвестора финансовых схемах, сможет принести тот же доход, что и реализация инвестиционного проекта. Также следует отметить, что склонность инвестора к риску не может превышать уровень суммарного риска финансовых схем, так как является ограничителем последнего.

Если точка, характеризующая инвестиционный проект (при склонности к риску инвестора *c* и начальными инвестициями *C₀*), лежит ниже границы, то это означает, что при прочих равных условиях реализация инвестиционного проекта позволит получить тот же приведенный доход, что и альтернативные способы вложения, инвестируя при этом меньше. Отсюда следует, что такой инвестиционный проект следует реализовывать. Если же точка, характеризующая инвестиционный проект, лежит выше границы Парето, то это означает, что при прочих равных условиях реализация инвестиционного проекта позволит получить тот же приведенный доход, что и альтернативные способы вложения, инвестируя при этом больше. Следовательно, инвестиционные проекты, характеризующиеся точками, лежащими выше границы Парето, реализовывать не следует. Если точка, характеризующая инвестиционный проект, принадлежит границе Парето, то это означает, что для инвестора реализация инвестиционного проекта равносильна вкладыванию средств в альтернативные реализации проекта финансовые схемы.

9. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПО МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ИП И СТАВОК ДИСКОНТИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ РИСКА СНИЖЕНИЯ ДОХОДНОСТИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ

Для получения информации о вероятности невозврата вклада можно воспользоваться, например, банковским рейтингом. Еженедельное издание «Эксперт» регулярно публикует рейтинги российских банков [9]. Одна из гипотез состоит в том, что вероятность невозврата вклада обратно пропорциональна рейтингу банка. Определение конкретной зависимости для вычисления вероятности невозврата вклада является темой для отдельного исследования, выходящего за рамки данной работы. Далее вероятности невозврата предполагаются известными для каждого из вкладов, рассмотренных в примере. Виды вкладов, их продолжительность, возможные сроки вложения, проценты по вкладу и вероятности невозврата вклада приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

ВОЗМОЖНЫЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ФИНАНСОВЫЕ СХЕМЫ

| Вид вклада | Срок вклада данного вида, годы | Возможные моменты вложения данного вида (на начало года) | Название банка | Процент по вкладу | Вероятность невозврата вклада |
|------------|--------------------------------|--|----------------|-------------------|-------------------------------|
| A | 1 | 1, 2, 3, 4, 5, 6 | Банк 1 | 10,00 | 0,03 |
| B | 2 | 1, 3, 5 | Банк 2 | 19,00 | 0,01 |
| C | 3 | 1, 4 | Банк 3 | 35,00 | 0,1 |

Данные о возможностях вложений и возврата денег приведены в табл. 7.2.

Задача может быть описана следующей моделью:

Целевая функция: $y \rightarrow \min$.

Ограничения:

$$y - A_1 - B_1 - C_1 = 0;$$

$$1,1A_1 - A_2 = 0;$$

$$1,1A_2 + 1,19B_1 - A_3 - B_3 = 11\,796\,000;$$

$$1,1A_3 + 1,35C_1 - A_4 - C_4 = 11\,901\,000;$$

$$1,1A_4 + 1,19B_3 - A_5 - B_5 = 2\,103\,250;$$

$$1,1A_5 - A_6 = 12\,143\,550;$$

$$1,1A_6 + 1,19B_5 + 1,35C_4 = 12\,283\,305;$$

$$0,03(A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6) + 0,01(B_1 + B_3 + B_5) + 0,1(C_1 + C_4) \leq$$

$$\leq g(A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + B_1 + B_3 + B_5 + C_1 + C_4);$$

$$y \geq 0; x_j \geq 0; j = A_1...A_6, B_1...B_5, C_1...C_6.$$

Далее приведены результаты расчетов по модели для значения $g = 0,08$:

Дополнительное ограничение, отражающее склонность к риску инвестора, выглядит следующим образом:

$$0,03(A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6) +$$

$$0,01(B_1 + B_3 + B_5) + 0,1(C_1 + C_4) \leq$$

$$\leq 0,08(A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 +$$

$$+ A_6 + B_1 + B_3 + B_5 + C_1 + C_4),$$

после преобразование оно выглядит так:

$$0,05(A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6) + \\ + 0,07(B_1 + B_3 + B_5) - 0,02(C_1 + C_4) \geq 0,$$

произведя расчеты, получим следующее значение y^* :
 $y^* = 34\ 154\ 520$.

Далее значение параметра g уменьшается с шагом 0,01. Полученные результаты объединены в табл. 9.2.

Таблица 9.2

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ПО МОДЕЛИ 4

| № шага | Значение g | Значение y^* , у.е. |
|--------|--------------|--------------------------|
| 1 | 0,08 | 34 154 520 |
| 2 | 0,07 | 34 154 520 |
| 3 | 0,06 | 34 157 270 |
| 4 | 0,05 | 34 227 610 |
| 5 | 0,04 | 34 362 110 |
| 6 | 0,03 | 34 500 600 |
| 7 | 0,02 | 35 338 450 |
| 8 | 0,01 | Задача не имеет решения. |

Таблица 9.3

РАСЧЕТ СТАВОК ДОХОДНОСТИ ВО ВРЕМЕНИ

| На начало года | $g = 0,08$ | | $g = 0,07$ | | $g = 0,06$ | | $g = 0,05$ | | $g = 0,04$ | | $g = 0,03$ | | $g = 0,02$ | |
|----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| | z_t | $a_t, \%$ |
| 1-го | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - |
| 2-го | 0,909 | 10 | 0,909 | 10 | 0,907 | 10,3 | 0,907 | 10,3 | 0,908 | 10,1 | 0,909 | 10 | 0,914 | 9,4 |
| 3-го | 0,826 | 10 | 0,826 | 10 | 0,823 | 10,2 | 0,823 | 10,2 | 0,824 | 10,2 | 0,826 | 10 | 0,836 | 9,3 |
| 4-го | 0,741 | 11,5 | 0,741 | 11,5 | 0,743 | 10,8 | 0,744 | 10,6 | 0,748 | 10,2 | 0,751 | 10 | 0,765 | 9,3 |
| 5-го | 0,673 | 10 | 0,673 | 10 | 0,673 | 10,4 | 0,675 | 10,2 | 0,678 | 10,3 | 0,683 | 10 | 0,698 | 9,6 |
| 6-го | 0,612 | 10 | 0,612 | 10 | 0,61 | 10,3 | 0,612 | 10,3 | 0,615 | 10,2 | 0,621 | 10 | 0,639 | 9,2 |
| 7-го | 0,549 | 11,5 | 0,549 | 11,5 | 0,553 | 10,3 | 0,555 | 10,3 | 0,558 | 10,2 | 0,564 | 10,1 | 0,582 | 9,8 |

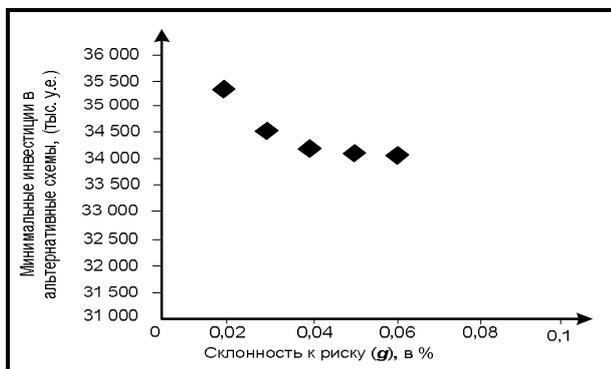


Рис. 9.1. Граница Парето

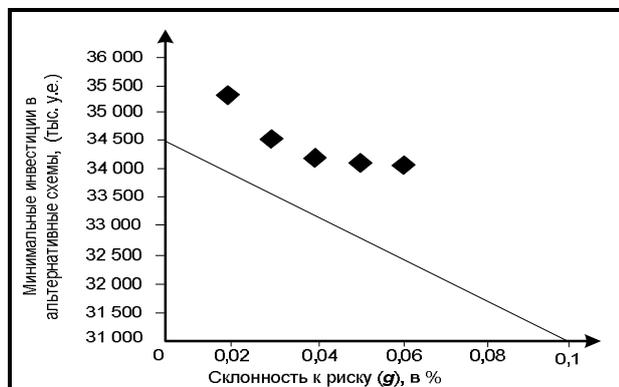


Рис. 9.2. Оптимистическая оценка ИП

Аналогично предыдущему примеру, здесь мы имеем возможность наблюдать изменение ставки дисконтирования a для разных уровней склонности к риску инвестора g . В табл. 9.3 подсчитаны соответствующие значения ставок дисконтирования.

На основе табл. 9.2 мы имеем возможность приближенно построить границу Парето. На рис. 9.1 показаны некоторые точки, лежащие на границе Парето.

Рис. 9.2 соответствует случаю, когда следует отдать предпочтение альтернативным инвестициям.

10. ПРИМЕР ОЦЕНКИ ИП С УЧЕТОМ РИСКА СНИЖЕНИЯ ДОХОДНОСТИ

При принятии решения о реализации проекта инвестор опасается получить доходность меньше ожидаемой. Поэтому при сравнении эффективности ИП и альтернативных финансовых схем он должен учитывать риск снижения доходности не только по альтернативным финансовым схемам, но и по ИП. В отличие от ситуации с альтернативными схемами, когда инвестор может выбирать приемлемый для себя уровень риска снижения доходности, риск по ИП (b) не зависит от склонности инвестора к риску и находится в некотором интервале, т.е. инвестор не влияет на его уровень. Предположим, что максимальный уровень риска снижения доходности b' , который может иметь место при реализации данного ИП, составляет 10%. Предположим также, что величина b является случайной и равномерно распределена на интервале $[0, b']$. Найдем минимальное значение b'' , при котором существует решение g уравнения $y(g) = \frac{C_0(1-g)}{1-b''}$. Это значение достигается в точке

касания границы Парето $y(g)$ и прямой $\frac{C_0(1-g)}{1-b''}$. На

рисунке 10.1 изображена граница Парето $y(g)$ и прямая $\frac{C_0(1-g)}{1-b''}$ при $b'' = 0$. При увеличении параметра b''

прямая будет смещаться вверх. Прямая, касающаяся границы Парето, обозначена пунктирной линией и соответствует $b'' = 0,03$. Таким образом, $b'' = 0,03$ является минимальным значением b'' , при котором существует решение g уравнения $y(g) = \frac{C_0(1-g)}{1-b''}$.

Стоит отметить, что это значение является приблизительным. Точность его зависит от шага, с которым изменяется параметр g при определении точек, принадлежащих границе Парето. При расчете координат точек границы Парето в примере 9 параметр g менялся с шагом в 0,01. На рисунке 10.1 касание достигается в точке, принадлежащей границе Парето с координатами $(g, y(g)) = (0,03; 34\ 500\ 600)$. Но при уменьшении шага изменения параметра g в примере 9, например до 0,001, в окрестности точки границы Парето, которая соответствует $g = 0,03$, может оказаться такая точка, касательная $\frac{C_0(1-g)}{1-b''}$ к которой, будет соответствовать

меньшему значению b'' . Таким образом, точность определения минимального значения b'' зависит от точности построения границы Парето. Это означает, что после определения точки границы Парето, которая наиболее близко находится к касательной, можно определить минимальное значение b'' с необходимой точностью. Для этого необходимо уменьшить шаг изменения параметра g и в окре-

стности этой точки построить дополнительные точки границы Парето, которые позволят получить необходимую точность расчета.

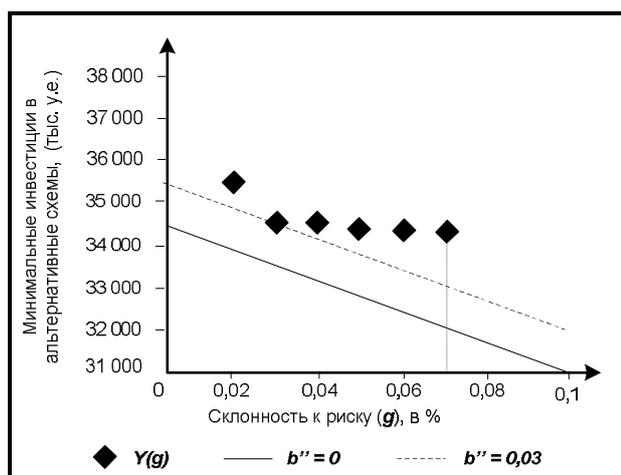


Рис. 10.1. Определение минимального уровня риска снижения доходности b'' (приближение)

Однако в нашем примере более точные расчеты производить не требуется, так как небольшое изменение минимального значения b'' не сильно изменит результат.

Соответственно,

- с вероятностью $\frac{b''}{b'} = \frac{0,03}{0,1} = 0,3$ ИП выгоднее альтернативных инвестиций;
- с вероятностью $1 - 0,3 = 0,7$ альтернативные инвестиции выгоднее ИП.

Таким образом, в данной ситуации инвестору следует реализовывать ИП.

ВЫВОДЫ

При оценке эффективности инвестиционного проекта были учтены доходность и риски альтернативных вложений.

Обоснована возможность расчета ставок дисконтирования, учитывающих альтернативные вложения при оценке инвестиционных проектов. Показано, что динамическая ставка дисконтирования изменяется не монотонно при изменении параметра, отражающего склонность к риску инвестора.

Предложенный в модели 3 подход позволяет учесть риски, не связанные с доходностью ИП и альтернативных вложений. Для наглядности в этой модели риск оценивается по бальной шкале. Аналогичный подход может также использоваться для других способов оценки риска, например в виде вероятности наступления рискового события.

Построена граница Парето в пространстве риск – доходность альтернативных вложений, позволяющая оценивать инвестиционный проект при различных способах учета риска.

Предложен метод учета риска снижения доходности при оценке эффективности инвестиционного проекта, позволяющий сопоставить инвестиционный проект и альтернативные инвестиции в пространстве доходность – риск.

Разработан и апробирован метод определения минимального уровня риска снижения доходности.

Литература

1. Афанасьев А.М. Моделирование влияния доходности альтернативных вложений фирмы и ее склонности к риску на выбор инвестиционного проекта // Экономический факультет МГУ: Сб. студенческих работ / Под ред. Грачевой М.В. М., 2006.
2. Афанасьев М.Ю., Суворов Б.П. Исследование операций в экономике: Учеб. пособие. – М.: ТЕИС, 2002.

3. Быкова А.Г. Имитационное моделирование управления рисками инвестиционных проектов: Дисс. ... к.э.н. М., 2003.
4. Веризан Хел Р. Микроэкономика. Промежуточный уровень. Современный подход: Учебник. – М.: ЮНИТИ, 1997.
5. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Орлова Е.Р., Смоляк С.А. Методы оценки эффективности инвестиционных проектов. – М.: Дело, 1998.
6. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. – М.: Дело, 2002.
7. Волков И.М., Грачева М.В. Проектный анализ: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2004.
8. Грачева М.В. Анализ проектных рисков. – М.: Финстатинформ, 1999.
9. Российские банки: Спецпроект // Эксперт. – 2004. – № 11.
10. Смоляк С.А. О сравнении альтернатив со случайным эффектом // Экономика и математические методы. – Т. 32. – 1996. – №4.
11. Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов в условиях риска и неопределенности / ЦЭМИ. М., 2001.

Афанасьев Александр Михайлович

РЕЦЕНЗИЯ

Одним из важных современных этапов развития методологии оценки инвестиционных проектов стало понимание необходимости учета доходности альтернативных возможностей инвестирования. Чем выше доходность альтернативных вложений, тем ниже инвестиционная привлекательность проекта. Попытки формализовать эту взаимосвязь были развиты в работах С.А. Смоляка. Предложенные им модели позволяют оценить изменяющуюся во времени норму дисконтирования, величина которой зависит от доходности альтернативных вложений. Другим, ставшим обязательным, элементом анализа инвестиционного проекта является оценка риска.

В работе Афанасьева А.М. предложены модели, развивающие идею учета альтернативных вложений. В этих моделях доходность и риск инвестиционного проекта анализируются в сопоставлении с доходностью и риском альтернативных вложений. В их основе лежат современные идеи в области инвестиционного проектирования, представленные в работах В.Н. Лившица.

Автор рассматривает два основных способа моделирования риска альтернативных инвестиций – в форме экспертных оценок и в форме вероятности неполучения дохода. Второй способ более интересен с практической точки зрения, так как позволяет провести сравнение риска альтернативных инвестиций с риском реализации инвестиционного проекта. Он основан на использовании банковских рейтингов. Хотя возможны и другие подходы, основанные, например, на оценке риска банкротства фирмы.

Важным результатом проделанной работы является модель, учитывающая риск снижения доходности, с которым сталкивается инвестор при вложении как в ИП, так и в другие финансовые инструменты.

Возможность практического применения предлагаемого подхода ограничена рядом предпосылок: предполагается возможность оценки вероятности не возврата альтернативных инвестиций; риск реализации инвестиционного проекта характеризуется как риск исполнения, который можно оценить; предполагается равномерное распределение рисков во времени. Важной является предпосылка о возможности сопоставления инвестором риска снижения доходности инвестиционного проекта и альтернативных вложений.

Однако в рамках указанных предпосылок получены обоснованные результаты, позволяющие оценить пороговое значение приемлемого для инвестора риска исполнения инвестиционного проекта. Эти результаты можно рассматривать как новый этап в развитии важного направления – оценки эффективности инвестиционного проекта в среде альтернативных возможностей.

Статья имеет четкую структуру, а излагаемый материал иллюстрируется с помощью таблиц и диаграмм. Действие всех описанных автором моделей показано на примере. По каждой модели приводятся расчеты основных характеристик. В заключение приводятся основные выводы и результаты, полученные автором.

Несмотря на ограничения практического применения разработанных моделей, обусловленных принятыми предпосылками, новизна описанного подхода и связанные с ним содержательные результаты достаточно весомы для того, чтобы рекомендовать работу для опубликования в журнале «Аудит и финансовый анализ».

Грачева М.В., д.э.н., профессор, зав. кафедрой ММАЭ экономического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова

8.2. ALTERNATIVE INVESTMENTS RISK AND PROFITABILITY CONSIDERATION BY INVESTMENT PROJECT EFFICIENCY ESTIMATION

A.M. Afanasyev, Master of Economics

MDM Bank

In this paper methods and models for discount rate calculation taking into consideration profitability and risk of alternative investments are presented. As benchmark some models and reasons of V. Livshitz and S. Smolyak are used. The presented models allow a dynamic estimation of influence of alternative investments on discount rate.

Valuation of discount rates profitability of an investment project considering alternative investments and risks is performed on particular example. Pareto frontier was determined which characterizes the efficiency of the investment project in the coordinates «risk – profitability». A method for calculation of the risk of reduction in profitability during valuation of an investment project efficiency is suggested. This method allows an comparison of investment project with alternative investments in the coordinates «risk – profitability». A method for determination of threshold level of risk of reduction in profitability for decision-making was developed and tested.

Literature

1. A. Afanasyev. Simulation firm alternative investments yield and its propensity to risk influence on the investment project choice. An article in student work collection ed. M. Gracheva. Moscow, Moscow State University, School of economics 2006.
2. M. Afanasyev, B. Suworov. Operations research in economics. Teaching aid. Moscow, «TEIS» 2002.
3. A. Bykova. Investment project risk management simulation. Candidate dissertation. Moscow, Moscow State University, School of economics 2003.
4. Hal. R. Varian. Intermediate microeconomics. A modern approach. Moscow, «UNITY» 1997.
5. P. Wilenskiy, W. Livshitz, E. Orlova, S. Smolyak. Investment project efficiency rating methods. Moscow, «DELO» 1998.
6. P. Wilenskiy, W. Livshitz, S. Smolyak. Investment project efficiency rating. Moscow, «DELO» 2002.
7. I. Volkov, M. Gracheva. Project analysis. Teaching aid. Moscow, «INFRA-M» 2004.
8. M. Gracheva. Project risk analysis. Moscow, «FINSTATINFORM», 1999.
9. Economic edition «Expert». Special project «Russian banks». №11, march 2004. Page 111-149.
10. S. Smolyak. About alternatives with random effect comparison. Moscow, Economics and mathematical methods, volume 32, №4, 1996.
11. S. Smolyak. Investment project efficiency rating in risk and vagueness conditions. Moscow, CEMI, 2001.