8. ПРОБЛЕМЫ ИНВЕСТИРОВАНИЯ

8.1. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА С УЧЕТОМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЕ ИЗДЕРЖЕК И ДОХОДА

Афанасьев А.М., аспирант кафедры математических методов анализа экономики

Экономический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

Описываются модели, позволяющие оценить эффективность инвестиционного проекта с учетом доходности и рисков альтернативных вложений. Предложен подход, позволяющий оценить инвестиционный проект с учетом альтернативных возможностей инвестирования, рисков изменения затрат и дохода. Определяется пороговое значение риска изменения доходности инвестиционного проекта. Рассматриваются случаи, когда величина затрат и величина дохода являются случайными величинами.

Приводятся экспериментальные оценки экономической эффективности проекта, полученные на основе данных об объемах кредитования физических лиц на покупку автомобиля в филиалах крупного российского коммерческого банка. В основе расчетов прогнозных значений дополнительного объема кредитования, возникающего в результате проведения кампании по рекламированию автокредитования, лежит подход к оценке мероприятий, направленных на повышение эффективности производства, основанный на методологии стохастической границы. Используя оценку приращения объема автокредитования и схему погашения кредита, предлагаемую банком, получены оценки экономического эффекта проведения рекламного мероприятия в различных филиалах. Для каждого филиала методом имитации построено распределение экономического эффекта, которое можно использовать для оценки риска не окупаемости и риска упущенных выгод в результате проведения таких рекламных мероприятий.

При анализе инвестиционного проекта (ИП) важно не только определить величину прибыли, которую можно получить в результате его реализации, но и сравнить его эффективность с альтернативными инвестициями (АИ) [3]. При этом следует учитывать как доходность, так и те риски, с которыми имеет дело инвестор, отдавая предпочтения ИП или АИ. Некоторые подходы к сравнительному анализу доходности ИП и АИ представлены в работах [5, 7-12]. Цель данной работы заключается в построении моделей, которые позволяют произвести сравнение экономической эффективности ИП и АИ с учетом риска изменения их доходности.

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

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

где

C_0 – инвестиции в нулевой момент времени;

d_t – чистый доход в момент t, т.е. $d_t = R_t - C_t$;

R_t – величина дохода в момент t;

C_t – инвестиции в момент t.

Предположим, что средства инвестора могут быть вложены в ИП, либо в АИ – приобретение финансового актива с известной ставкой доходности r. Этот финансовый актив рассматривается в качестве альтернативы инвестиционного проекта. В этом случае величина приведенного дохода ИП определяется формулой:

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

а чистый приведенный доход – формулой:

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

Величина PV может трактоваться как объем инвестиций в финансовый актив с доходностью r, приносящая поток чистых доходов $\{d_1, \ldots, d_t, \ldots, d_T\}$ 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 АИ при одинаковом потоке чистых доходов. Следовательно, ИП предпочтительнее, чем АИ с доходностью r. Если $NPV < 0$, то проект следует отвергнуть, так как поток чистых доходов $\{d_1,\ldots, d_t,\ldots,d_T\}$ может быть получен с меньшими, чем при реализации ИП инвестициями.

1. МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИП ПРИ НЕСКОЛЬКИХ АЛЬТЕРНАТИВАХ С РАЗЛИЧНОЙ ДОХОДНОСТЬЮ

Предположим, что инвестиционные средства могут быть либо вложены в реализацию ИП, либо АИ, т.е. вкладываться в приобретение финансовых активов, приносящих доход. Для определенности, будем считать, что все АИ представляют собой срочные вклады. Каждый срочный вклад характеризуется моментом времени вложения, сроком погашения и доходностью. Для того, чтобы инвестировать в ИП, необходимо убедиться, что использование АИ позволяет получить тот же поток чистых доходов, что и ИП, при большей сумме стартовых инвестиций, чем начальные вложения C_0 в ИП. Тогда задача состоит в том, чтобы определить минимальный размер АИ, который позволит получить тот же поток чистых доходов $\{d_1, \ldots, d_t, \ldots, d_T\}$, что и реализация ИП.

Введем дополнительные обозначения:

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

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:

$$y \to min\ ; \qquad (1)$$

$$y - \sum_{j \in G_0} x_j = 0\ ; \qquad (2)$$

$$\sum_{j \in Q_t} (1 + r_j) x_j - \sum_{j \in G_t} x_j = d_t, t = 1,...,T-1\ ; \qquad (3)$$

$$\sum_{j \in Q_T} (1 + r_j) x_j = d_T\ ; \qquad (4)$$

$$y \ge 0; x_j \ge 0; j = 1,...,n\ . \qquad (5)$$

Здесь:

- значение целевой функции (1) – минимальный размер АИ, обеспечивающий тот же чистый денежный поток, что и ИП;
- условия (2-4) – балансовые соотношения, описывающие условия получение дохода;
- условия (5) не отрицательности переменных.

Пусть y^* – минимальный размер АИ. Если $y^* > C_0$, то следует сделать выбор в пользу ИП. Иначе АИ предпочтительнее.

Запишем задачу, двойственную задаче (1-5):

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

$$z_0 \le 1\ ; \qquad (6)$$

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

Двойственная оценка z_t^* ограничений задачи (6) показывает приведённую к нулевому моменту времени стоимость единицы денежного дохода в момент $t = 0, ..., T$. Естественно, $z_0^* = 1$. Из соотношений (6) мы можем определить ставку доходности a_t в момент времени t при использовании оптимального плана альтернативных вложений:

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

Важно отметить, что эта величина не является константой, а изменяется во времени. Заметим, что для $t = 1, ..., T$:

$$z_t^* = \frac{1}{(1 + a_1)} * \frac{1}{(1 + a_2)} * ... * \frac{1}{(1 + a_t)} = \prod_{n=1}^{t} \frac{1}{(1 + a_n)}\ . \qquad (7)$$

Различие в доходности используемых АИ может объясняться тем, что они имеют разные временные характеристики. Для обеспечения потока чистых доходов $\{d_1, ..., d_t, ..., d_T\}$ не обязательно использоваться только самые высокодоходные активы. Поэтому модель (1-5) представляет практический интерес. Однако, в соответствии с экономической теорией, основной причиной различия доходности используемых активов является риск: «Если неопределённость 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 при том, 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» [6].

Учитывая это положение, обобщим модель (1-5), введя для каждого финансового актива уровень риска, а также параметры, отражающие склонность к риску инвестора.

2. МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИП С УЧЕТОМ СНИЖЕНИЯ ДОХОДНОСТИ АИ

Введем в модель (1-5) дополнительные ограничения

$$\sum_{j \in Dt} (g - p_j) x_j \ge 0,\ t = 1, ..., T. \qquad (8)$$

где

p_j – вероятность не возврата инвестиций, вложенных в финансовый актив j, $j = 1, ..., n$;

g – допускаемая инвестором доля потерь от общей суммы АИ в каждый момент времени.

В этой модели (8) – условия, ограничивающие ожидаемый размер потерь от вложений в финансовые активы для каждого момента времени. Допускаемую инвестором долю потерь g от общей суммы АИ можно рассматривать в качестве характеристики склонности инвестора к риску. Наступление рискового события – не возврата АИ, влияет в целом на их доходность. Увеличивая значение g, инвестор соглашается использовать более рискованные и, возможно, более доходные активы. При этом оптимальное значение целевой функции задачи (1-5, 8) уменьшается (не увеличивается). Зависимость величины $y(g)$ оптимального значения целевой функции задачи (1-5, 8) от склонности g инвестора к риску, характеризует границу Парето в пространстве «склонность инвестора к риску – минимальная величина АИ, обеспечивающая поток доходов $\{d_1, ..., d_t, ..., d_T\}$». Она изображена на рис. 1.

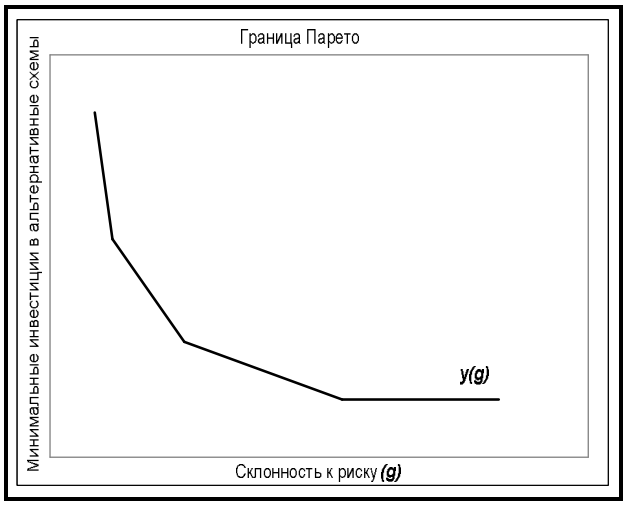

Рис. 1. Граница Парето

Чтобы с помощью АИ получить поток чистых доходов $\{d_1, ..., d_t, ..., d_T\}$, необходимо компенсировать ожидаемые потери в случае их не возврата. В этой модели мы учитываем, что инвестор самостоятельно определяет приемлемую для него долю потерь, а следовательно, он готов нести эти потери для получения того же самого потока доходов, что и по ИП. Для этого требуется величина компенсирующих АИ, равная $\frac{y(g)}{1 - g}$.

Решение в пользу ИП или АИ следует принимать на основе сравнения величин $\frac{y(g)}{1-g}$ и C_0. На рис. 2 представлено графическое изображение функций $\frac{y(g)}{1-g}$ (ожидаемых вложений в АИ) и C_0 (вложения в ИП). Функция $\frac{y(g)}{1-g}$ не определена до некоторого минимального значения g_{min}, при g^* эта функция достигает минимума. На отрезке $[g_{min}; g^*)$ эта функция кусочно-выпукла вверх, а на отрезке $(g^*;1)$ – кусочно-выпукла вниз. При $g=1$ располагается вертикальная асимптота. Для принятия решения нужно сравнить минимум функции $\frac{y(g)}{1-g}$, который достигается при $g=g^*$, и C_0.

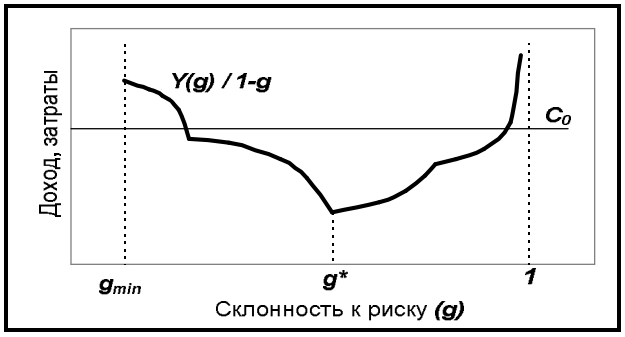

Рис. 2. Сравнение ожидаемых вложений в АИ и начальных инвестиций в ИП

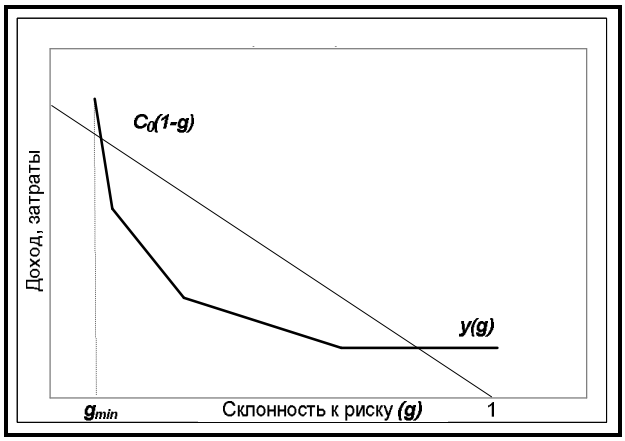

Рис. 3. Выбор в пользу АИ

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

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

как показано на рис. 2.

Если для любого g в интервале $[0,1]$ выполняется неравенство:

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

инвестору следует отдать предпочтение ИП.

Для большей наглядности от сравнения величин $\frac{y(g)}{1-g}$ и C_0 перейдем к сравнению величин $y(g)$ и $C_0(1-g)$, что то же самое, – это позволит нам в явном виде использовать функцию $y(g)$, полученную из модели (1-5, 8).

Прямая линия на рис. 3 описывается функцией $C_0(1-g)$. Рис. 3 соответствует случаю, когда следует отдать предпочтение альтернативным инвестициям, так как при некоторых значениях g выполняется неравенство:

$$y(g) < C_0(1-g).$$

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

$$y(g) > C_0(1-g),$$

то следует предпочесть ИП (рис. 4).

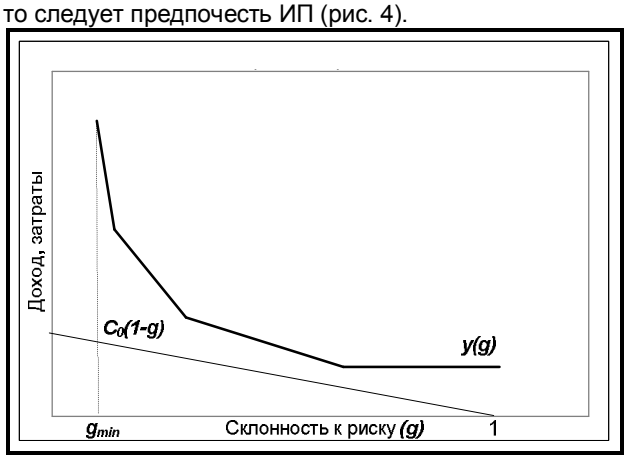

Рис. 4. Выбор в пользу ИП

В работе [3] приведен пример ИП и проведено его сравнение с АИ на основе описанного выше подхода.

3. ОЦЕНКА ИП С УЧЕТОМ РИСКА ИЗМЕНЕНИЯ ДОХОДА

Рассмотрим случай, когда при фиксированных затратах фактический доход R_t в каждый момент времени t является величиной случайной. Обозначим ее ϕ_t. По-прежнему, будем далее рассматривать проекты, в которых инвестиции делаются в начальный момент времени, то есть, $C_0 \neq 0, C_t = 0 : t = 1, .., T$. Тогда фактический интегральный дисконтированный эффект (прибыль) от реализации проекта является величиной случайной и определяется формулой:

$$\Phi = \sum_{t=1}^{T} \frac{\phi_t}{\prod_{n=1}^{t}(1+a_n)} - C_0$$

где a_n – ставка доходности на шаге n реализации проекта.

В принятых обозначениях фактический приведенный доход x также является величиной случайной и определяется формулой:

$$x = \sum_{t=1}^{T} \frac{\phi_t}{\prod_{n=1}^{t}(1+a_n)}.$$

Фактический доход в каждый момент времени ϕ_t может отличаться от ожидаемой величины дохода $E(\phi_t)$. В результате фактический приведенный чистый доход x от реализации проекта может отличаться от ожидаемого значения $E(x)$. В этом случае возникает риск изменения дохода ИП. Величина этого риска зависит как от внешних факторов, так и от квалификации исполнителя, которого инвестор привлекает для реализации ИП. В случае реализации ИП одной из целей инвестора является обеспечение ожидаемого потока чистых доходов $\{E(\phi_1), ..., E(\phi_t), ..., E(\phi_T)\}$. Принимая решение о реализации проекта, он должен быть готов к тому, что фактическая величина приведенного чистого дохода может оказаться как меньше, так и больше ожидаемой.

Если фактический доход x ИП ниже ожидаемого $E(x)$, то для получения ожидаемого потока чистых доходов потребуются дополнительные АИ. В этом случае величина инвестиций, необходимая для получения потока чистых доходов $\{E(\phi_1), ..., E(\phi_t), ..., E(\phi_T)\}$ для инвестора может быть определена как сумма величины C_0 начальных затрат на реализацию ИП плюс величина АИ, компенсирующая инвестору потери дохода, связанные с риском изменения дохода ИП. При решении вопроса о целесообразности принятия ИП, эти суммарные затраты следует сравнить с минимальной величиной вложений в АИ, обеспечивающих получение потока чистых доходов $\{E(\phi_1), ..., E(\phi_t), ..., E(\phi_T)\}$.

Если фактический доход x ИП выше ожидаемого $E(x)$, то дополнительный по сравнению с расчетным чистый приведенный доход компенсирует часть инвестиций в ИП. В этом случае истинная стоимость потока чистых доходов $\{E(\phi_1), ..., E(\phi_t), ..., E(\phi_T)\}$ для инвестора может быть определена как сумма величины C_0 начальных затрат на реализацию ИП минус величина АИ, обеспечивающая инвестору увеличение потока доходов по сравнению с ожидаемым значением. При решении вопроса о целесообразности принятия ИП, эти итоговые затраты следует сравнить с минимальной величиной АИ, обеспечивающей получение потока чистых доходов $\{E(\phi_1), ..., E(\phi_t), ..., E(\phi_T)\}$.

Относительный уровень изменения дохода ИП b можно характеризовать случайной величиной:

$$b = \frac{E(x) - x}{E(x)}.$$

Так как фактический приведенный чистый доход может быть как меньше, так и больше ожидаемого, то величина b может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Инвестор может компенсировать снижение доходности по ИП с помощью АИ, вкладывая в АИ дополнительные средства в размере $\frac{E(x)b}{1-g}$. Эту сумму АИ можно назвать корректирующими альтернативными инвестициями. В случае снижения фактической доходности ИП по сравнению с расчетной, величина $\frac{E(x)b}{1-g}$ положительна и покрывает потери в результате снижения доходности ИП. Инвестору, реализующему ИП, для того, чтобы обеспечить ожидаемый поток доходов и ожидаемую величину чистого приведенного дохода, потребуются общие расходы в размере $C_0 + \frac{E(x)b}{1-g}$, превышающем C_0.

В случае повышения фактической доходности ИП по сравнению с ожидаемой величина $\frac{E(x)b}{1-g}$ является отрицательной и может интерпретироваться как экономия предусмотренных ИП инвестиций для получения ожидаемого потока чистых доходов. Инвестору, реализующему ИП, для того, чтобы обеспечить ожидаемый поток доходов и ожидаемую величину чистого приведенного дохода, потребуются общие расходы, также характеризуемые величиной $C_0 + \frac{E(x)b}{1-g}$, меньшей, чем C_0.

Рассмотрим задачу (1-5, 8) при:

$$\{d_1 = E(\phi_1), ..., d_t = E(\phi_t), ..., d_T = E(\phi_T)\}.$$

Пусть z_t^* – значения двойственных оценок ограничений (2-4) этой задачи. Тогда минимальное значение целевой функции этой задачи, равное $y(g)=\sum_{t=1}^{T} E(\phi_t) z_t^*$ является минимальной суммой АИ, обеспечивающей ожидаемый для ИП поток доходов. Но величины $E(x)$ и $\sum_{t=1}^{T} E(\phi_t) z_t^*$ не обязательно равны, так как значения z_t^* остаются неизменными только в границах устойчивости по правым частям ограничений задачи (1-5, 8). Поэтому проекты, для которых имеет место равенство $E(x) = \sum_{t=1}^{T} E(\phi_t) z_t^*$, представляют особый интерес, так как в этом случае задача (1-5, 8) позволяет получить оценку математического ожидания приведенного дохода ИП.

Далее будут рассмотрены такие ИП, для которых имеет место равенство $E(x) = \sum_{t=1}^{T} E(\phi_t) z_t^*$. В этом случае имеет место равенство $y(g)= E(x)$, и решение инвестора о том, следует ли принять ИП, должно основываться на результатах сравнения величин $C_0 + \frac{y(g)b}{1-g}$ и $\frac{y(g)}{1-g}$, или, что то же самое, величин $\frac{C_0(1-g)}{1-b}$ и $y(g)$.

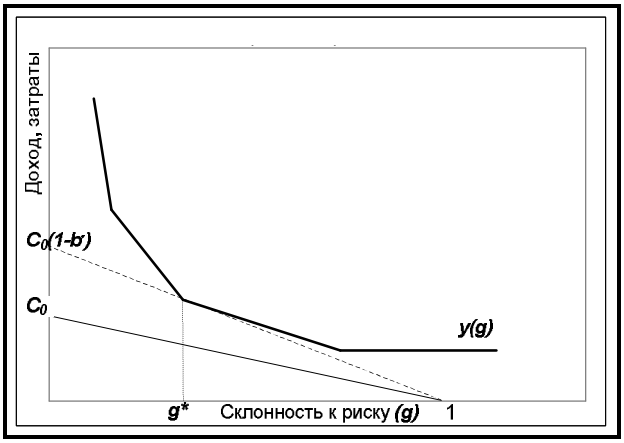

Рис. 5. Пороговое значение изменения дохода

Найдем минимальное значение b', при котором существует решение g уравнения $y(g)=\frac{C_0(1-g)}{1-b'}$ (рис. 5). Ввиду того, что $y(g)$ – непрерывная функция на отрезке [0, 1], имеем $b'\neq 1$. В этом случае прямая $y=\frac{C_0(1-g)}{1-b'}$ является касательной к выпуклой функции $y(g)$. При любом g, являющемся решением этого уравнения, функция $\frac{y(g)}{1-g}$ достигает минимального значения $\frac{C_0}{1-b'}$. Пусть, как выше, G – множество значений g таких, при которых функция $\frac{y(g)}{1-g}$ достигает минимального значения. В силу того, что функция $y(g)$ является непрерывной кусочно-линейной, множество G – либо точка, либо отрезок в полуинтервале $[0,1)$.

В случае, если $b'>0$, ориентируясь на ожидаемый уровень доходности, предпочтение следует отдать ИП. Это означает, что, принимая решения по ожидаемым значениям приведенного дохода, мы должны сделать выбор в пользу ИП.

В случае, если $b'<0$, даже при отсутствии снижения доходности ИП предпочтение следует отдать АИ. В этом случае, принимая решения по ожидаемым значениям приведенного дохода, мы должны сделать выбор в пользу АИ.

Пусть для ИП выполняются два условия.

1. Для любого момента времени величина дохода пропорциональна величине дохода в первый момент времени. То есть, $\phi_t=k_t\phi_1$, где k_t – постоянная величина.
2. Значения случайных величин $\phi_2,...,\phi_T$ определяются значением случайной величины ϕ_1. Если случайная величина ϕ_1 принимает значение η_1, то случайная величина ϕ_t принимает значение $\eta_t=k_t\eta_1$.

Их этих предположений вытекают следующие следствия.

1. Для любого момента времени ожидаемая величина дохода равна $E(\phi_t)=k_tE(\phi_1)$, т.е. пропорциональна ожидаемой величине дохода в первый момент времени.
2. Если величина η_1 дохода в первый момент времени является некоторой долей ожидаемого значения дохода в первый момент времени, т.е. $\eta_1=(1-b)E(\phi_t)$, то для всех последующих моментов времени $\eta_t=(1-b)E(\phi_t)$.
3. Доля $(1-b)$ величины дохода при реализации ИП от ожидаемого дохода определяется долей величины дохода в первый момент времени от ожидаемого дохода в первый момент времени, то есть $x=(1-b)E(x)$.

В этом случае двойственные оценки z_t^* ограничений (2-4) задачи (1-5, 8) не изменяются с изменением фактического дохода и верно равенство $E(x)=\sum_{t=1}^{T}E(\phi_t)z_t^*$ или $y(g)=\sum_{t=1}^{T}E(\phi_t)z_t^*$. То есть, оптимальное значение целевой функции $y(g)$ задачи (1-5, 8) при $\{d_1=E(\phi_1),...,d_t=E(\phi_t),...,d_T=E(\phi_T)\}$ является ожидаемым значением $E(x)$ дисконтированного дохода ИП.

В случае реализации ИП риск изменения доходности состоит в том, что относительный уровень изменения доходности b станет выше порогового значения b'. В этом случае фактический приведенный доход ИП может стать ниже определенного уровня $E(x)(1-b')$, то есть, $x<E(x)(1-b')$. Тогда решение о реализации ИП окажется ошибочным. Учитывая сделанные выше предположения можно оценить вероятность этого события как:

$$p(x<E(x)(1-b'))=p(\phi_1<E(\phi_1)(1-b'))=$$
$$=F_1(E(\phi_1)(1-b')).$$

Здесь F_1 – функция распределения случайной величины ϕ_1. Следовательно, вероятность того, что при пороговом значении b' решение в пользу ИП является ошибочным, равна $F_1(E(\phi_1)(1-b'))$. С вероятностью $1-F_1(E(\phi_1)(1-b'))$ решение является правильным.

В случае, если при пороговом значении b' решение в пользу ИП окажется ошибочным, верным является решение в пользу альтернативных инвестиций. Тогда ожидаемые потери по сравнению с альтернативными инвестициями при уровне риска g^* и $k_1=1$ равны:

$$H_1=\int_{-\infty}^{E(\phi_1)(1-b')}\left(C_0-\frac{\sum_{t=1}^{T}k_t\phi_1z_t^*}{1-g^*}\right)dF_1(\phi_1)$$

или

$$H_1=C_0F_1(E(\phi_1)(1-b'))-\frac{\sum_{t=1}^{T}k_tz_t^*}{1-g^*}\int_{-\infty}^{E(\phi_1)(1-b')}\phi_1dF_1(\phi_1).$$

Предположим, что при пороговом значении b' принято решение в пользу АИ.

Если инвестор принимает решение в пользу АИ, то риск изменения доходности состоит в том, что относительный уровень изменения доходности b станет ниже порогового значения b'. В этом случае фактический приведенный доход ИП становится выше определенного уровня $E(x)(1-b')$, то есть, $x>E(x)(1-b')$. Тогда решение в пользу альтернативных инвестиций является ошибочным. Можно оценить вероятность этого события как:

$$p(x>E(x)(1-b'))=p(\phi_1>E(\phi_1)(1-b'))=$$
$$=1-F_1(E(\phi_1)(1-b')).$$

Следовательно, вероятность того, что решение в пользу АИ является ошибочным, равна $1-F_1(E(\phi_1)(1-b'))$. С вероятностью $F_1(E(\phi_1)(1-b'))$ решение является правильным.

В случае, если при пороговом значении b' решение в пользу альтернативных инвестиций окажется ошибочным, верным является решение в пользу ИП. При уровне риска g^* и $k_1=1$ ожидаемые потери по сравнению с ИП равны:

$$H_2(g)=\int_{E(\phi_1)(1-b')}^{+\infty}\left(\frac{\sum_{t=1}^{T}k_t\phi_1z_t^*}{1-g^*}-C_0\right)dF_1(\phi_1)$$

или

$$H_2(g) = \frac{\sum_{t=1}^{T} k_t z_t^*}{1-g^*} *$$

$$* \int_{E(\phi_1)(1-b')}^{+\infty} \phi_1 dF_1(\phi_1) - C_0[1 - F_1(E(\phi_1)(1-b'))].$$

Отметим, что величина:

$$H_2 - H_1 = \frac{\sum_{t=1}^{T} k_t E(\phi_1) z_t^*}{1-g^*} - C_0 = \frac{y(g)}{1-g^*} - C_0$$

представляет собой ожидаемый выигрыш в случае реализации ИП по сравнению с АИ без учета риска изменения доходности ИП.

Если $b' > 0$, то $\frac{y}{1-g^*} - C_0 > 0$ и $H_2 > H_1$. В этом случае следует предпочесть ИП

Если $b' < 0$, то $\frac{y}{1-g^*} - C_0 < 0$ и $H_2 < H_1$. В этом случае следует предпочесть АИ.

Если $b' = 0$, то имеет место равенство $\frac{y}{1-g} - C_0 = 0$ или $H_2 = H_1$. В этом случае для принятия решения требуется дополнительная информация.

Рассмотрим частный случай, когда:

1. $\phi_t = \phi_1$. Тогда $k_t = 1$ при $t = 1, ..., T$.

2. Значения случайных величин $\phi_2, ..., \phi_T$ определяются значением случайной величины ϕ_1. Если случайная величина ϕ_1 принимает значение η_1, то случайная величина ϕ_t принимает значение $\eta_t = \eta_1$.

Их этих предположений вытекают следующие следствия.

1. $E(\phi_t) = E(\phi_1)$.

2. Если величина дохода в первый момент времени является некоторой долей ожидаемого значения дохода в первый момент времени, то есть $\eta_1 = (1-b)E(\phi_1)$, то для всех последующих моментов времени $\eta_t = (1-b)E(\phi_1)$.

3. Доля величины дохода при реализации ИП от ожидаемого дохода определяется долей величины дохода в первый момент времени от ожидаемого дохода в первый момент времени, т.е. $x = (1-b)E(x)$.

Тогда дисконтированный доход от реализации ИП определяется величиной $x = (1-b)E(\phi_1)\sum_{t=1}^{T} z_t^*$, а математическое ожидание интегрального дисконтированного эффекта равно $E(x) = E(\phi_1)\sum_{t=1}^{T} z_t^*$. Здесь z_t^* – значения двойственных оценок ограничений (2-4) задачи (1-5, 8) при $\{d_1 = ... = d_t = ... = d_T = E(\phi_1)\}$.

Замечание 1. Такие же значения двойственных оценок в этой задаче мы получим при $\{d_1 = ... = d_t = ... = d_T = 1\}$. Двойственные оценки z_t^* не изменятся, так как коэффициенты целевой функции задачи, двойственной к (1-5, 8), изменяются пропорционально и ее решение $\{z_t^*\}_{t=1}^{T}$ не изменяется.

В случае, если при пороговом значении b' решение в пользу ИП окажется ошибочным, ожидаемые потери по сравнению с АИ при уровне риска g^* равны:

$$H_1 = \int_{-\infty}^{E(\phi_1)(1-b')} \left(C_0 - \frac{(\sum_{t=1}^{T} z_t^*)\phi_1}{1-g^*} \right) dF_1(\phi_1)$$

или

$$H_1 = C_0 F_1(E(\phi_1)(1-b')) - \frac{\sum_{t=1}^{T} z_t^*}{1-g^*} \int_{-\infty}^{E(\phi_1)(1-b')} \phi_1 dF_1(\phi_1).$$

В случае, если при пороговом значении b' решение в пользу АИ окажется ошибочным, верным является решение в пользу ИП. При уровне риска g^* ожидаемые потери по сравнению с ИП равны:

$$H_2(g) = \int_{E(\phi_1)(1-b')}^{+\infty} \left(\frac{(\sum_{t=1}^{T} z_t^*)\phi_1}{1-g^*} - C_0 \right) dF_1(\phi_1)$$

или

$$H_2(g) = \frac{\sum_{t=1}^{T} z_t^*}{1-g^*} *$$

$$* \int_{E(\phi_1)(1-b')}^{+\infty} \phi_1 dF_1(\phi_1) - C_0[1 - F_1(E(\phi_1)(1-b'))].$$

Величина

$$H_2 - H_1 = \frac{(\sum_{t=1}^{T} z_t^*)E(\phi_1)}{1-g^*} - C_0 = \frac{y}{1-g^*} - C_0$$

представляет собой ожидаемый выигрыш в случае реализации ИП по сравнению с АИ без учета риска изменения доходности ИП.

4. ОЦЕНКА ИП С УЧЕТОМ РИСКА ИЗМЕНЕНИЯ ЗАТРАТ И ДОХОДА

Рассмотрим ИП, в котором фиксированный объем инвестиций $C_0 > 0$ порождает случайный объем дополнительных затрат Δc в момент времени $t = 0$. Доход ϕ_t в каждый момент времени $t = 1, .., T$, также является величиной случайной, причем $\phi_t = \gamma_t \Delta c$. Такая ситуация возникает, например, вследствие реализации мероприятий по рекламированию кредитных продуктов. В этом случае затраты C_0 являются известной величиной. Эти затраты порождают экономический эффект, который реализуется в момент времени $t = 0$ в виде дополнительного объема выданных кредитов Δc, который является случайной величиной. Дополнительные кредиты вызывают поток доходов, причем величина дохода в каждый момент времени пропорциональна Δc, то есть, $\phi_t = \gamma_t \Delta c, t =, ..., T$. В результате возникает денежный поток $\{-C_0 - \Delta c, \gamma_1 \Delta c, ..., \gamma_T \Delta c\}$. Тогда фактический интегральный дисконтированный эффект (прибыль) от реализации ИП является величиной случайной и определяется формулой:

$$\Phi = \Delta c \sum_{t=1}^{T} \frac{\gamma_t}{\prod_{n=1}^{t}(1+a_n)} - C_0 - \Delta c,$$

где a_n – ставка доходности на шаге n реализации проекта.

В принятых обозначениях фактический приведенный доход x также является величиной случайной и определяется формулой:

$$x = \Delta c \sum_{t=1}^{T} \frac{\gamma_t}{\prod_{n=1}^{t}(1+a_n)}.$$

В данном разделе речь пойдет об ИП, удовлетворяющих этим условиям. Объем дополнительных кредитов Δc в результате ИП может отличаться от ожидаемого значения $E(\Delta c)$. Соответственно, фактический доход в каждый момент времени $\phi_t = \gamma_t \Delta c$ может отличаться от ожидаемой величины дохода $E(\phi_t) = \gamma_t E(\Delta c)$. В результате фактический приведенный чистый доход x от реализации ИП может отличаться от ожидаемого значения $E(x)$. В этом случае возникает риск изменения дохода ИП. Величина этого риска зависит от внешних факторов. Причем, фактическая величина приведенного чистого дохода может оказаться как меньше, так и больше ожидаемой.

Будем считать, что целью реализации ИП является увеличение объема выдаваемых кредитов на величину $E(\Delta c)$ и создание денежного потока:

$$\{-C_0 - E(\Delta c), \phi_1 = \gamma_1 E(\Delta c), ..., \phi_T = \gamma_T E(\Delta c)\}.$$

Если фактический объем дополнительных затрат Δc ниже ожидаемого $E(\Delta c)$, то для получения ожидаемого потока чистых доходов потребуются дополнительные АИ. В этом случае величина инвестиций, необходимая для получения потока чистых доходов:

$$\{\phi_1 = \gamma_1 E(\Delta c), ..., \phi_T = \gamma_T E(\Delta c)\}$$

может быть определена как сумма величины $C_0 + \Delta c$ начальных затрат на реализацию ИП плюс величина АИ, компенсирующая инвестору потери дохода, связанные с риском изменения доходности ИП. При решении вопроса о целесообразности принятия ИП, эти суммарные затраты следует сравнить с минимальной величиной вложения в АИ, обеспечивающие получение потока чистых доходов:

$$\{\phi_1 = \gamma_1 E(\Delta c), ..., \phi_T = \gamma_T E(\Delta c)\}.$$

Если фактическая доходность x ИП выше ожидаемой $E(x)$, то дополнительный по сравнению с расчетным чистый приведенный доход компенсирует часть инвестиций в ИП. В этом случае истинная стоимость потока чистых доходов:

$$\{\phi_1 = \gamma_1 E(\Delta c), ..., \phi_T = \gamma_T E(\Delta c)\}$$

для инвестора может быть определена как сумма величины $C_0 + \Delta c$ начальных затрат на реализацию ИП минус величина АИ, обеспечивающая инвестору увеличение потока доходов по сравнению с ожидаемым значением. При решении вопроса о целесообразности принятия ИП, эти итоговые затраты следует сравнить с минимальной величиной АИ, обеспечивающей получение потока чистых доходов:

$$\{\phi_1 = \gamma_1 E(\Delta c), ..., \phi_T = \gamma_T E(\Delta c)\}.$$

Относительный уровень изменения дохода ИП b можно характеризовать случайной величиной:

$$b = \frac{E(\Delta c) - \Delta c}{E(\Delta c)} = \frac{E(x) - x}{E(x)}.$$

Так как фактический приведенный чистый доход может быть как меньше, так и больше ожидаемого, то величина b может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Инвестор может компенсировать снижение доходности по ИП с помощью АИ, вкладывая в АИ дополнительные средства в размере $\frac{E(x)b}{1-g}$. В случае снижения фактического дохода ИП по сравнению с ожидаемым, величина $\frac{E(x)b}{1-g}$ положительна и покрывает потери в результате снижения доходности ИП. Инвестору, реализующему ИП, для того, чтобы обеспечить ожидаемый поток доходов и ожидаемую величину чистого приведенного дохода, потребуются общие расходы в размере $C_0 + \Delta c + \frac{E(x)b}{1-g}$, превышающем $C_0 + \Delta c$.

В случае повышения фактического дохода ИП по сравнению с ожидаемым, величина $\frac{E(x)b}{1-g}$ является отрицательной и может интерпретироваться как экономия предусмотренных ИП инвестиций для получения ожидаемого потока чистых доходов. Инвестору, реализующему ИП, для того, чтобы обеспечить ожидаемый поток доходов и ожидаемую величину чистого приведенного дохода, потребуются общие расходы, также характеризуемые величиной $C_0 + \Delta c + \frac{E(x)b}{1-g}$, меньшей, чем $C_0 + \Delta c$.

Рассмотрим задачу линейного программирования (1-5, 8) при $\{d_1 = \gamma_1 E(\Delta c), ..., d_T = \gamma_T E(\Delta c)\}$. Пусть z_t^* – значения двойственных оценок ограничений (2-4) этой задачи. Тогда минимальное значение целевой функции этой задачи, равное $y(g) = E(\Delta c)\sum_{t=1}^{T}\gamma_t z_t^*$, является минимальной суммой АИ, обеспечивающей ожидаемый для ИП поток доходов. Причем всегда $y(g)=E(x)$. Поэтому решение о том, следует ли реализовывать ИП должно основываться на результатах сравнения величин $C_0 + \Delta c + \frac{y(g)b}{1-g}$ и $\frac{y(g)}{1-g}$. Или, что то же самое, величин $(\frac{C_0}{1-b} + E(\Delta c))(1-g)$ и $y(g)$.

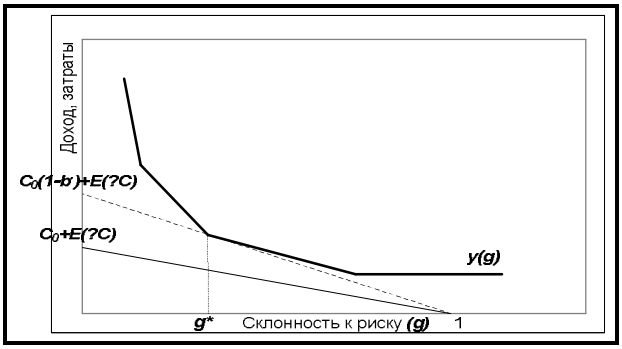

Рис. 6. Пороговое значение изменения дохода

Найдем минимальное значение b', при котором существует решение g уравнения (рис. 6):

$$(\frac{C_0}{1-b'}+E(\Delta c))(1-g)=y(g).$$

Ввиду того, что $y(g)$ - непрерывная функция на отрезке [0,1], имеем $b'\neq 1$. В этом случае прямая:

$$y=(\frac{C_0}{1-b'}+E(\Delta c))(1-g)$$

является касательной к выпуклой функции $y(g)$. При любом g, являющемся решением этого уравнения, функция $\frac{y(g)}{1-g}$ достигает минимального значения:

$$\frac{C_0}{1-b'}+E(\Delta c).$$

Пусть, как выше, G – множество значений g таких, при которых функция $\frac{y(g)}{1-g}$ достигает минимального значения. В силу того, что функция $y(g)$ является непрерывной кусочно-линейной, множество G – либо точка, либо отрезок в полуинтервале $[0,1)$.

В случае, если $b'>0$, то, ориентируясь на ожидаемый уровень доходности, предпочтение следует отдать ИП. Это означает, что принимая решения по ожидаемым значениям приведенного дохода, мы должны сделать выбор в пользу ИП.

В случае, если $b'<0$, то даже при отсутствии снижения доходности ИП предпочтение следует отдать АИ. В этом случае, принимая решения по ожидаемым значениям приведенного дохода, мы должны сделать выбор в пользу АИ.

В случае реализации ИП риск изменения доходности состоит в том, что относительный уровень изменения дохода b станет выше порогового значения b'. В этом случае фактический приведенный доход ИП может стать ниже определенного уровня $E(x)(1-b')$, то есть, $x<E(x)(1-b')$. Тогда решение о реализации ИП окажется ошибочным. Учитывая сделанные выше предположения можно оценить вероятность этого события как:

$$p(x<E(x)(1-b'))=p(\Delta c<E(\Delta c)(1-b'))=$$
$$=F(E(\Delta c)(1-b')).$$

Здесь F – функция распределения случайной величины Δc. Следовательно, вероятность того, что при пороговом значении b' решение в пользу ИП является ошибочным, равна $F(E(\Delta c)(1-b'))$. С вероятностью $1-F(E(\Delta c)(1-b'))$ решение является правильным.

В случае, если при пороговом значении b' решение в пользу альтернативных инвестиций окажется ошибочным, верным является решение в пользу альтернативных инвестиций. Тогда ожидаемые потери по сравнению с альтернативными инвестициями при уровне риска g^* равны:

$$H_1=\int_{-\infty}^{E(\Delta c)(1-b')}\left(C_0-\Delta c[\frac{\sum_{t=1}^{T}\gamma_t z_t^*}{1-g^*}-1]\right)dF(\Delta c)$$

или

$$H_1=C_0F(E(\Delta c)(1-b'))-[\frac{\sum_{t=1}^{T}\gamma_t z_t^*}{1-g^*}-1]\int_{-\infty}^{E(\Delta c)(1-b')}\Delta c\,dF(\Delta c).$$

Предположим, что при пороговом значении b' принято решение в пользу АИ.

Если инвестор принимает решение в пользу АИ, то риск изменения доходности состоит в том, что относительный уровень изменения доходности b станет ниже порогового значения b'. В этом случае фактический приведенный доход ИП становится выше определенного уровня $E(x)(1-b')$, то есть, $x>E(x)(1-b')$. Тогда решение в пользу альтернативных инвестиций является ошибочным. Можно оценить вероятность этого события как:

$$p(x>E(x)(1-b'))=p(\Delta c>E(\Delta c)(1-b'))=$$
$$=1-F(E(\Delta c)(1-b')).$$

Следовательно, вероятность того, что решение в пользу АИ является ошибочным, равна $1-F(E(\Delta c)(1-b'))$. С вероятностью $F(E(\Delta c)(1-b'))$ решение является правильным.

В случае, если при пороговом значении b' решение в пользу альтернативных инвестиций окажется ошибочным, верным является решение в пользу ИП. При уровне риска g^* ожидаемые потери по сравнению с ИП равны:

$$H_2(g)=\int_{E(\Delta c)(1-b')}^{+\infty}\left(\Delta c[\frac{\sum_{t=1}^{T}\gamma_t z_t^*}{1-g^*}-1]-Co\right)dF(\Delta c)$$

или

$$H_2(g)=[\frac{\sum_{t=1}^{T}\gamma_t z_t^*}{1-g^*}-1]*$$
$$*\int_{E(\Delta c)(1-b')}^{+\infty}\Delta c\,F(\Delta c)-C_0[1-F(E(\Delta c)(1-b'))].$$

Отметим, что величина:

$$H_2-H_1=[\frac{\sum_{t=1}^{T}\gamma_t z_t^*}{1-g^*}-1]E(\Delta c)-C_0=\frac{y(g)}{1-g^*}-E(\Delta c)-C_0$$

представляет собой ожидаемый выигрыш в случае реализации ИП по сравнению с АИ без учета риска изменения доходности ИП.

Если $b'>0$, то $\frac{y(g)}{1-g^*}-E(\Delta c)-C_0>0$ и $H_2>H_1$. В этом случае следует предпочесть ИП.

Если $b'<0$, то $\frac{y(g)}{1-g^*}-E(\Delta c)-C_0<0$ и $H_2<H_1$. В этом случае следует предпочесть АИ.

Если $b'=0$, то имеет место равенство:

$$\frac{y(g)}{1-g^*}-E(\Delta c)-C_0=0 \text{ и } H_2=H_1.$$

В этом случае для принятия решения требуется дополнительная информация.

Рассмотрим частный случай, когда $\phi_t=\phi_1, t=2,...,T$. Тогда $\gamma_1=...=\gamma_T=\gamma$. Тогда дисконтированный доход от реализации ИП определяется величиной:

$$x = (1-b)\gamma E(\Delta c)\sum_{t=1}^{T} z_t^* ,$$

а математическое ожидание интегрального дисконтированного эффекта равно:

$$E(x) = \gamma E(\Delta c)\sum_{t=1}^{T} z_t^* .$$

Здесь z_t^* – значения двойственных оценок ограничений (2-4) задачи (1-5,8) при $\{d_1 = ... = d_t = ... = d_T = E(\Delta c)\}$. Такие же значения двойственных оценок в этой задаче мы получим при $\{d_1 = ... = d_t = ... = d_T = 1\}$. Двойственные оценки z_t^* не изменятся, так как коэффициенты целевой функции задачи, двойственной к (1-5, 8), изменяются пропорционально и ее решение $\{z_t^*\}_{t=1}^{T}$ не изменяется.

В случае, если при пороговом значении b' решение в пользу ИП окажется ошибочным, ожидаемые потери по сравнению с АИ при уровне риска g^* равны:

$$H_1 = C_0 F(E(\Delta c)(1-b')) - [\frac{\gamma\sum_{t=1}^{T} z_t^*}{1-g^*} - 1]\int_{-\infty}^{E(\Delta c)(1-b')} \Delta c dF(\Delta c) .$$

В случае, если при пороговом значении b' решение в пользу АИ окажется ошибочным, верным является решение в пользу ИП. При уровне риска g^* ожидаемые потери по сравнению с ИП равны:

$$H_2(g) = [\frac{\gamma\sum_{t=1}^{T} z_t^*}{1-g^*} - 1] *$$

$$* \int_{E(\Delta c)(1-b')}^{+\infty} \Delta c F(\Delta c) - C_0 [1 - F(E(\Delta c)(1-b'))].$$

Отсюда видно, что для оценки риска, связанного с реализацией ИП важно уметь строить распределение случайной величины затрат ИП. В отдельном случае это возможно с использованием методологии стохастической граничной производственной функции. Например, в работе [2] обоснована возможность построения плотности величины дохода для мероприятий, направленных на повышение эффективности производства.

5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ

Метод оценки эффективности ИП с учетом альтернативных инвестиций апробирован при оценке рекламных мероприятий в сфере автокредитования, проводимых крупным российским коммерческим банком, имеющим 33 филиала в различных субъектах РФ. Каждый филиал осуществляет выдачу автокредитов физическим лицам. Для увеличения объема выдаваемых автокредитов филиалы проводят рекламные мероприятия двух типов: рекламируют автокредитование в средствах массовой информации и участвуют в автомобильных выставках.

Для прогнозирования объема автокредитования были использованы следующие данные: объем автокредитования в филиалах банка за предшествующие периоды времени; валовой региональный продукт на душу населения; напряженность на региональных рынках труда; данные о проведенных рекламных кампаниях в филиалах банка в 1-м полугодии 2008 г. Модель прогнозирования позволяет оценить объем автокредитования, который будет выдан филиалом после проведения рекламного мероприятия и объем автокредитования, который будет выдан, если мероприятие не проводится. Это позволяет определить приращение объема автокредитования в результате проведения рекламного мероприятия. Используя оценку приращения объема автокредитования и схему погашения кредита, предлагаемую банком, можно оценить экономический эффект проведения рекламного мероприятия.

В табл. 1 приведены прогнозные значения приращения объемов автокредитования от планируемых рекламных мероприятий и оценки ожидаемой экономической эффективности рекламных мероприятий для пяти филиалов банка, полученные на основе методологии стохастической границы. Метод получения оценок и модель прогнозирования подробно описаны в [1].

Таблица 1

ОЦЕНКИ РЕКЛАМНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Долл.

Региональный филиал	Ожидаемый объем автокредитования после рекламного мероприятия	Ожидаемый объем автокредитования без рекламного мероприятия	Ожидаемый рост объема автокредитования	Фактически объем автокредитования после рекламного мероприятия	Ожидаемый экономический эффект рекламного мероприятия
Кемерово	1 865 629	1 051 982	813 647,2	1 582 234	44 412,48
Нижний Новгород	1 759 858	1 005 457	754 400,9	1 537 179	43 103,79
Мурманск	830 160,7	730 527,8	99 632,89	630 920,7	5 032,291
Санкт-Петербург	924 884,3	817 019,3	107 865	1 029 768	205,9181
Йошкар-Ола	2 117 721	1 103 577	1 005 554	2 274 815	55 253,67

Построена модель линейного программирования (1-5, 8), учитывающая варианты альтернативных вложений. Описание инвестиций, альтернативных рекламным мероприятиям, приведено в табл. 2.

Таблица 2

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНВЕСТИРОВАНИЯ

Альтернативные финансовые инструменты				
Вид финансового инструмента	Срок инвестирования (месяцы)	Возможные моменты инвестирования (на начало месяца)	Доходность за период,%	Вероятность p_j
Потребительский кредит на 6 мес	6	1,7	10	0,11
Потребительский кредит на 12 мес	12	1	22	0,16
Кредитная карта	2	1, 3, 5, 7, 9, 11	3	0,1
Межбанковский кредит на 1 мес	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	0,9	0,07
Межбанковский кредит на 2 мес	2	1,3,5,7,9,11	2	0,09
Межбанковский кредит на 3 мес	3	1, 4, 7, 10	3,3	0,13
Межбанковский кредит на 6 мес	6	1,7	7,2	0,16
Государственные облигации на 6 мес	6	1,7	3	0,01
Корпоративные облигации на 6 мес	6	1,7	5	0,07
Рискованные корпоративные облигации на 6 мес	6	1,7	9	0,2

Ожидаемый экономический эффект от реализации рекламных мероприятий получен с учетом ставок дисконта, учитывающих доходность альтернативных инвестиций, рассчитанных для различных уровней склонности к риску инвестора. Методом имитации построены распределения экономического эффекта рекламных мероприятий, что позволяет оценить риски, связанные с их реализацией. На рис. 7 приведена гистограмма экономического эффекта рекламного мероприятия для филиала в г. Йошкар-Ола.

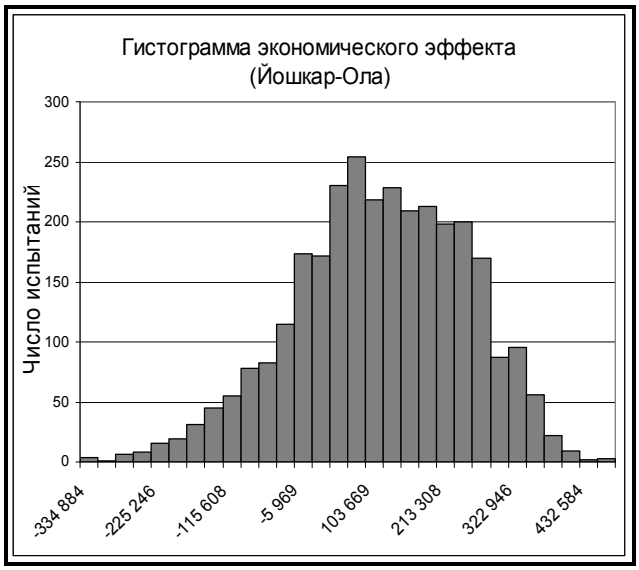

Рис. 7. Гистограмма экономического эффекта рекламного мероприятия

В табл. 3 для каждого филиала указаны: пороговые значения b', при которых ИП и АИ равно эффективны; оценки ожидаемого приведенного дохода $E(x)$ для ИП; вероятность p_1 окупаемости рекламного мероприятия; вероятность p_2 того, что решение в пользу ИП является ошибочным; ожидаемая величина потерь H_1 в случае, если решение в пользу ИП окажется ошибочным; ожидаемая величина потерь H_2 в случае, если решение в пользу АИ окажется ошибочным,

Таблица 3

ОЦЕНКИ РИСКОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕКЛАМНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Долл.

Филиал Банка	b'	$E(x)$	p_1	p_2	H_1	H_2
Кемерово	0,984939	895174,6	0,7387	0,2583	41921,544	198890,27
Нижний Новгород	0,99797	829991,9	0,7570	0,2427	39113,663	182963,48
Мурманск	0,964135	109616,1	0,5674	0,4373	51430,028	70245,08
Санкт-Петербург	0,71601	118673,1	0,5353	0,4507	65781,841	80909,31
Йошкар-Ола	0,986799	1106310,5	0,7713	0,2260	36728,662	231086,09

ВЫВОДЫ

Предложен подход, позволяющий оценить эффективность инвестиционного проекта с учетом доходность и рисков альтернативных вложений. Рассмотрена ситуация, когда затраты и доход являются случайными величинами.

Обоснована возможность расчета ставок дисконтирования, учитывающих альтернативные вложения при оценке инвестиционных проектов.

В работе показано, что для мероприятий по рекламированию автокредитования выполняется свойство пропорциональности дохода во времени объему выданных автокредитов. Таким образом, они относятся к категории инвестиционных мероприятий, для которых можно использовать описанный в работе подход, позволяющий учитывать альтернативные инвестиции.

На основе методологии стохастической границы оценен ожидаемый поток доходов от реализации рекламного мероприятия. Рассчитаны корректные в методологическом отношении оценки эффективности рекламных мероприятий коммерческого банка в сфере автокредитования.

С помощью этого подхода удалось построить распределение экономического эффекта от рекламного мероприятия, что важно для оценки рисков, связанных с его реализацией. В работе приведены оценки вероятности окупаемости рекламных мероприятий и вероятности принятия неверного инвестиционного решения, а также потерь, вызванные принятием неверного решения.

Литература

1. Айвазян С.А. и др. Оценка экономической эффективности мероприятий банка по рекламированию кредитных продуктов [Текст] / С.А. Айвазян, М.Ю. Афанасьев, А.М. Афанасьев // Прикладная эконометрика. – 2009. – №4.
2. Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю. Оценка мероприятий, направленных на управление факторами неэффективности производства [Текст] / С.А. Айвазян, М.Ю. Афанасьев // Прикладная эконометрика. – 2007. – №4. – С. 27-41.
3. Афанасьев А.М. Учет рисков и доходности альтернативных возможностей инвестирования при оценке эффективности инвестиционного проекта [Текст] / А.М. Афанасьев // Аудит и финансовый анализ. – 2008. – №6. – С. 280-290.
4. Афанасьев М.Ю. Исследование операций в экономике [Текст] : учеб. пособие / М.Ю. Афанасьев, Б.П. Суворов. – М. : ТЕИС, 2002.
5. Быкова А.Г. Имитационное моделирование управления рисками инвестиционных проектов [Текст] : автореф. дисс. … канд. экон. наук / А.Г. Быкова. – М., 2003.
6. Вериан Хел Р. Микроэкономика. Промежуточный уровень. Современный подход [Текст] : учеб. / Р. Вериан Хел. – М. : ЮНИТИ, 1997.
7. Виленский П.Л. и др. Методы оценки эффективности инвестиционных проектов [Текст] / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, Е.Р. Орлова, С.А. Смоляк. – М. : Дело, 1998.
8. Виленский П.Л. и др. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика [Текст] / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – М. : Дело, 2002.
9. Волков И.М. Проектный анализ [Текст] : учеб. пособие / И.М. Волков, М.В. Грачева. – М. : ИНФРА-М, 2004.
10. Грачева М.В. Анализ проектных рисков [Текст] / М.В, Грачева. – М. : Финстатинформ, 1999.
11. Смоляк С.А. О сравнении альтернатив со случайным эффектом [Текст] / С.А. Смоляк // Экономика и математические методы. – Т. 32. – 1996. – №4.
12. Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов в условиях риска и неопределенности [Текст] / С.А. Смоляк / ЦЭМИ. – М., 2001.

Ключевые слова

Оценка эффективности инвестиционного проекта; стохастическая граница; альтернативные возможности; риск изменения доходности; случайная величина; распределение экономической эффективности; имитационная модель; граница Парето; дисконтирование; линейное программирование.

Афанасьев Александр Михайлович

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы статьи. В работе Афанасьева А.М. предложены модели, развивающие наиболее актуальные направления инвестиционного проектирования: учет доходности альтернативных возможностей инвестирования и оценку рисков. В этих моделях доходность и риск инвестиционного проекта анализируются в сопоставлении с доходностью и риском альтернативных вложений. В их основе лежать современные идеи в области инвестиционного проектирования, представленные в работах С.А. Смоляка и В.Н. Лившица.

Научная новизна и практическая значимость. В статье рассматриваются несколько подходов к оценке инвестиционных проектов с учетом альтернативных инвестиций. Наиболее интересным является случай, когда величина затрат и величина дохода являются случайными величинами. Эта ситуация описывается автором на примере реализации мероприятий по рекламированию кредитного продукта.

В работе приводятся экспериментальные оценки эффективности рекламных мероприятий коммерческого банка с применением разработанных автором моделей, а также методологии стохастической границы. На этой теоретической основе удается получить оценки ожидаемой эффективности проекта, а также методом имитационного моделирования построить распределение экономического эффекта как случайной величины, что позволяет оценить риски, связанные с реализацией подобных инвестиционных мероприятий. Важным результатом работы является предложенная автором методология определения порогового уровня риска изменения дохода, приемлемого для инвестора.

Возможность практического применения предлагаемого подхода ограничена предпосылкой о том, что для любого момента времени ожидаемая величина дохода пропорциональна ожидаемой величине дохода в первый момент времени, что справедливо не для любого инвестиционного проекта. Стоит отметить, что инвестиционный проект по рекламирования банковского кредитного продукта, на основе которого показано действие разработанных моделей, этому условию удовлетворяет.

Статья имеет чуткую структуру, а излагаемый материал иллюстрируется с помощью таблиц и графиков. В заключение автор приводит корректные в методологическом отношении выводы.

Заключение: статья соответствует всем требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к опубликованию в журнале «Аудит и финансовый анализ».

Грачева М.В., д.э.н., профессор, зав. кафедрой ММАЭ Экономического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

8.1. INVESTMENT PROJECT EFFICIENCY ANALYSIS CONSIDERING ALTERNATIVES WITH RANDOM VALUE OF COSTS AND REVENUE

A.M. Afanasyev, PhD Student, Faculty of Economics, Mathematical Methods of the Analysis of Economy Chair

Lomonosov Moscow State University.

In this paper models for estimation of investment project efficiency considering profitability and risk alternative are described. An approach for estimation of investment project efficiency considering investment alternative, costs and revenue change risk is presented. Threshold limit value of investment project revenue change risk was calculated. Cases with random value of costs and revenue were considered.

Results of an experimental estimation of project cost-effectiveness based on household car-buying landing volume data at branches of a big Russian bank are presented. Calculations of predicted values of additional volume of credit, which were determined as a result of an advertising campaign for car landing, are based on estimation approach aimed at productive efficiency growth. This estimation approach is based on stochastic frontier analysis. Using the estimation of car landing growth and payment plan offered by the bank, cost-effectiveness of the advertising campaign in different branches was estimated. A distribution diagram displaying cost-effectiveness using a simulation model was built for each branch. This distribution can be used in order to estimate risks of such advertising campaigns.

Literature

1. S.A. Ayvazyan, M.Y. Afanasyev, A.M. Afanasyev. Estimation of cost-effectiveness of advertising campaign of a bank credit. Applied econometrics, 4(16), 2009.
2. S.A. Ayvazyan, M.Y. Afanasyev. Estimation of activities directed on management of production inefficiency factors. Applied econometrics, №4(8), 2007.
3. A.M. Afanasyev. Alternative investments risk and profitability consideration by investment project efficiency estimation. Audit and financial analysis, «DSM Press», №6'2008.
4. M. Afanasyev, B. Suworov. Operations research in economics. Teaching aid. Moscow, «TEIS» 2002.
5. A. Bykova. Investment project risk management simulation. Candidate dissertation. Moscow, Moscow State University, School of economics 2003.
6. Hal. R. Varian. Intermediate microeconomics. A modern approach. Moscow, «UNITY» 1997.
7. P. Wilenskiy, W. Livshitz, E. Orlova, S. Smolyak. Investment project efficiency rating methods. Moscow, «DELO» 1998.
8. P. Wilenskiy, W. Livshitz, S. Smolyak. Investment project efficiency rating. Moscow, «DELO» 2002.
9. I. Volkov, M. Gracheva. Project analysis. Teaching aid. Moscow, «INFRA-M» 2004.
10. M. Gracheva. Project risk analysis. Moscow, «Finstatinform», 1999.
11. S. Smolyak. About alternatives with random effect comparison. Moscow, Economics and mathematical methods, volume 32, №4, 1996.
12. S. Smolyak. Investment project efficiency rating in risk and vagueness conditions. Moscow, CEMI, 2001.

Keywords

Estimation of investment project efficiency; stochastic frontier analysis; alternative; revenue change risk; random value; cost-effectiveness distribution; simulation model; Pareto frontier; discounting; linear programming.