

## 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

### 3.1. МОДЕЛЬ УТОЧНЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА, РЕАЛИЗУЕМОГО В НЕСТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ

Гнатюк А.А., аспирант кафедры математических методов анализа экономики

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

В настоящей статье предлагается экономико-математическая модель оценки эффективности инвестиционного проекта, которая отвечает современным ограничениям ведения хозяйственной деятельности в Российской Федерации. В условиях отсутствия широкого спектра тиражируемых проектов, предлагается выбирать ставку дисконта на основе перечня доступных для инвестирования проектов, определенного для конкретной организации. С помощью линейного программирования рассчитана адекватная ставка дисконтирования, что позволяет уточнить результаты анализа эффективности проекта.

#### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время экономическая среда для инвестиционной деятельности в Российской Федерации может быть описана как нестабильная и высоко рисковая. Неустойчивая и неэффективная законодательная сфера затрудняет рост и развитие инвестиций, особенно обладающих длительным периодом окупаемости. Практика подтверждает, что в настоящее время механизмы реализации инвестиционных проектов в нашей стране не отлажены:

- отсутствуют достаточные источники инвестиционных ресурсов, амортизационная и кредитная политика не в полной мере способствуют реализации воспроизводственного процесса,
- не созданы благоприятные условия для трансформации реальных инвестиций в новые технологии и производства.

Инвестиционные проекты, как проекты, требующие финансовых вложений, способных принести прибыль в будущем, требуют особенно тщательного подхода к усвоению и конструктивному управлению. Если мы говорим об инвестициях в те или иные активы предприятия, то обычно речь идет о достаточно серьезных финансовых вливаниях по отношению к ежегодной прибыли данного хозяйствующего субъекта. В связи с этим инвестиционные проекты и финансовые потоки, с ними связанные, должны планироваться заранее, так как в условиях риска и неопределенности эффект от реализации проекта может существенно отличаться от ожидаемого результата.

Большое значение имеет вопрос выбора источника финансирования инвестиционного проекта. В условиях слабо развитой финансовой системы, высокой эффективной ставки банковского кредитного процента (за счет и номинальной ставки, и различных комиссий), ограниченного вливания в реальный сектор капитала таких институциональных инвесторов, как инвестиционные и пенсионные фонды, страховые компании, получение внешнего финансирования труднодоступно и ставит под угрозу финансовую стабильность предприятия. В наибольшей степени доступен для инвестора такой источник, как реинвестированная прибыль и собственные фонды предприятия, но этих средств зачастую достаточно лишь для замены отдельных фондов и обеспечения поддержки процессу производства. К тому же стоимость использования собственного капитала, то есть требуемая доходность по нему, как правило, высока. Следовательно, принимая во внимание то, что принятие решений относительно этих средств происходит в рамках общей стратегии фирмы, на первый план выходит задача оптимального использования реинвестированной прибыли как доступного, но ограниченно по объемам и дорогого источника финансирования.

#### Нестационарные экономические условия

При анализе проекта необходимо учитывать условия его реализации. Так, стационарные процессы характеризуют постоянное, либо повторяющееся поведение переменных. В настоящее время российская экономика характеризуется нестационарными экономическими процессами. Согласно [5], нестационарная экономика – это «хозяйственная система, которой присущи достаточно резкие и плохо прогнозируемые изменения многих макроэкономических показателей, динамику которых не отвечает нормальному рыночному циклу, а скорее присуща кризисным или посткризисным экономическим процессам».

Таким образом, существуют специфические черты нестационарной экономики, которые предъявляют исследователю некоторые ограничения по сравнению со стационарной экономикой.

Значимым дополнением может служить замечание о том, что на неразвитом российском фондовом рынке невозможен адекватный выбор альтернативных проектов с максимальной доходностью при заданном уровне риска, что затрудняет сравнение инвестиционных проектов, поскольку требуемая доходность определяется не общими рыночными условиями, а возможностями конкретного предприятия; большое значение здесь могут иметь неэкономические факторы. В подтверждение данному факту приведем результаты исследования [1]. В данной работе были проанализированы особенности взаимосвязи рисков и доходности ценных бумаг на фондовом рынке стран со стационарной и нестационарной экономикой. Была проведена попытка верификации моделей взаимосвязи между риском и доходностью на фондовых рынках западных стран и РФ. На основе выполненных расчетов (за 1987-2004 гг. для западных стран со стационарным рынком и за 2000-2004 гг. по РФ с ее нестационарным рынком) авторы делают следующие выводы.

1. «На стационарном фондовом рынке западных стран наблюдается устойчивая связь между риском и доходностью. Коэффициент корреляции равен 0,83.
2. Российский фондовый рынок существенно отличается от «западного», характеризуется нестабильностью и плохой прогнозируемостью.
3. Связь между риском и доходностью на российском фондовом рынке не имеет ярко выраженного направления. Коэффициент корреляции меняется от положительных, близких к единице значений, до близких к минус единице.
4. На российском фондовом рынке не представляется целесообразным использовать модели фондового рынка, характерные для стран со стационарной экономикой».

Следует разделить понятия систематического риска, которые характерны для каждого проекта. Они связаны с рыночными колебаниями доходностей различных активов и цен на продукцию и ресурсы и могут влиять на проектную эффективность в различных направлениях. Несистематические риски в свою очередь характеризуют возможные отклонения от ожидаемого эффекта, свойственные конкретному инвестиционному проекту. В западной литературе многие работы посвящены анализу систематических рисков. В частности, рассматриваются вопросы максимизации ожидаемого эффекта и минимизации проектного риска за счет применения стандартизованных методов [10],

широко применимых в различных отраслях хозяйственной деятельности, и структурного подхода [9], основанного на предположениях о стационарности и, как правило, нормальности распределений ожидаемых выгод от реализации проекта. Однако в условиях слабой прогнозируемости нестационарной внешней среды, которые характерны для российского инвестиционного климата, представляется целесообразным обращать большее внимание на внутреннюю среду инвестиционного проекта, собственно на те предприятия, которые участвуют в его разработке.

В стационарной экономике принятие инвестиционных решений базируется на расчете *NPV*. Страны со стационарными условиями хозяйствования имеют развитый финансовый сектор. В этом случае риск интерпретируется как волатильность доходности, и можно говорить об оптимальности портфеля рыночных активов в координатах риск-доходность. Вместе с положительной зависимостью риска и доходности допустима предпосылка о возможности реинвестирования проектных денежных потоков по ставке дисконта (упущенной выгоды от альтернативных проектов с требуемой доходностью). Но в переходной российской экономике, которая характеризуется нестационарными условиями хозяйствования, гипотеза о перманентной доступности проектов, доходность которых эквивалентна ставке дисконта, не выдерживает проверки реальной практикой бизнеса.

В российской экономике имеется широкий спектр возможностей инвестирования свободных финансовых средств (банковские вклады, инвестиционные фонды различной направленности, ценные бумаги, проекты реальных инвестиций и т.д.), но возможности реинвестировать по ставке дисконта обычно отсутствуют [6]. Вследствие этого, требуется уделять особое внимание проработке возможных путей использования проектных средств при оценке его эффективности.

В нестационарных условиях внешние параметры проекта, в том числе норма дисконта, изменяются во времени. А такие параметры, как доходность альтернатив реинвестирования денежного потока, меняются еще и при управлении проектом в зависимости от доступных возможностей.

В качестве альтернативы традиционным методам оценки эффективности инвестиционного проекта в нестационарной экономической системе, какой в настоящий момент является экономическая система России, в литературе предлагаются критерии, в большей степени соответствующие практике инвестиционного проектирования. Однако относительно этих критериев остаются вопросы, например, в части выбора того или иного сценария в рамках которого будет определяться ставка доходности.

### Оценка эффективности проекта

Для решения указанных проблем предлагается модель оптимизации процесса реинвестирования положительного сальдо денежного потока инвестиционного проекта, отвечающая требованиям, предъявляемым к оценке эффективности в нестационарных условиях.

Рассмотрим проект, который реализуется в интервале времени  $[0, \dots, T]$  и обладает традиционным денежным потоком, то есть требует инвестиций в нулевой момент времени, и возвращает положительные денежные потоки на всем горизонте планирования:

$$\{C_0, d_1, \dots, d_b, \dots, d_T\},$$

где  $C_0$  – капитальные вложения в нулевой момент времени;

$R_t$  – проектный доход в момент времени  $t$ ;

$C_t$  – денежные оттоки в момент времени  $t$ ;

$d_t = (R_t - C_t)$  – чистый доход в момент времени  $t$ .

Предположим, что альтернативой инвестиционному проекту является вложение средств в некоторый актив с известной нормой доходности  $r$ . В этом случае при отсутствии других альтернатив целесообразно оценивать эффективность инвестиционного проекта, выбрав в качестве ставки дисконта  $r$ .

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

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

В работе [2] предлагается модель линейного программирования для оптимизации финансовых вложений. Модель формулирует предположения, позволяет выбрать такие способы вложения денег под проценты, которые приведут либо к минимизированию первоначального вклада, необходимого для выплаты займа, либо к максимизированию дохода. Развитие этой модели позволяет учитывать риск и другие факторы, влияющие на выбор вложения средств.

Применение такого типа модели к анализу риска инвестиционного проекта было предложено в работе [8, с. 178-204]. В этом случае *PV* может быть интерпретирован как вклад в инвестиционный финансовый актив с доходностью  $r$ , приносящий поток чистых доходов  $\{d_1, \dots, d_b, \dots, d_T\}$  за период  $[1, \dots, T]$ . Это можно представить в виде вклада в банк под известную процентную ставку, причем со счета каждый период будет сниматься часть вклада, соответствующая проектному чистому доходу на данном шаге. Соответственно, может быть поставлен вопрос об оптимальной хеджирующей стратегии, которая позволит осуществлять все проектные выплаты, инвестируя в нулевой момент времени минимально возможный капитал. Целесообразность проекта, таким образом, определяется путем сравнения начальных капитальных вложений и величины  $y^*$  – минимального необходимого капитала, достаточного для получения потока чистых доходов, в точности эквивалентных проектным. В случае, если  $C_0 < y^*$ , т.е. размеры проектных капиталовложений меньше минимального размера инвестиций в финансовый актив(ы), то реализация проекта целесообразна,  $NPV > 0$ . Напротив, если  $C_0 > y^*$ , то  $NPV < 0$ , и существует возможность получить поток доходов  $\{d_1, \dots, d_b, \dots, d_T\}$  с меньшими инвестициями в финансовый актив.

К неоспоримым достоинствам данной модели относится возможность обосновывать принятие решения в условиях большого числа альтернативных направлений вложения средств, учитывая риски проекта, как касающиеся снижения доходности, так и иные (например, задержки платежа), и собственно отношение инвестора к рискам.

Однако некоторые предпосылки можно считать достаточно жесткими и не всегда оправданными в условиях нестационарных экономических процессов. Так, А.М. Афанасьев, апеллируя к традиционной неоклассической экономической мысли, расширяет выводы, полученные на основе опыта развитого рынка запад-

ных стран на современную российскую действительность. Утверждение из [3]: «в равновесии все находящиеся во владении активы должны приносить одну и ту же норму дохода», – не вполне актуально для неустоявшейся финансовой системы, в которой отсутствует явная корреляция риска и доходности активов. Другой ограничивающей, на наш взгляд, предпосылкой является возможность инвестировать в финансовый актив любую сумму денежных средств. Фактически, такой актив, регулярно доступный инвестору в любом неограниченном масштабе, следует считать тиражируемым. Наличие и качество тиражируемых активов и проектов также является слабым местом нестабильных экономических систем.

Другим недостатком такой постановки модели линейного программирования – является трудность включить в анализ статистические данные с целью уточнения полученных результатов. Решение модели дает точечные, а не ставшие уже скорее нормой интервальные оценки. Следовательно, можно просчитать лишь ограниченное число сценариев, но невозможно применять метод статистических испытаний (имитационное моделирование методом Монте-Карло) и получать вероятностные характеристики оценок, в том числе доверительные интервалы.

В целях исправления указанных недостатков, предлагается использовать для оптимального управления проектными доходами в нестабильных условиях следующую модель, построенную на предпосылках:

- предприятие может положить проектные доходы на депозит под низкую процентную ставку;
- предприятие имеет возможность участвовать в альтернативных проектах с прогнозируемыми затратами и доходами, имеющими относительно более высокую доходность, чем процент на депозите;
- в начале каждого *t*-го шага предприятие решает задачу оптимального распределения ограниченных денежных средств, полученных от реализации проекта на прошлых шагах, среди ограниченного числа «больших» альтернативных проектов и вклада на депозит;
- в результате решения этой задачи находится средневзвешенная ставка доходности, которая считается нормой дисконта на *t*-м шаге.

Таким образом, данная модель является инструментом нахождения той самой ставки дисконта, которая соответствует наилучшему сценарию использования прибыли (положительного сальдо) проекта в каждом периоде. Этот подход представляется естественным развитием методов оценки проектной эффективности, потому что, с одной стороны, позволяет количественно анализировать риски проекта (в частности, с помощью метода статистических испытаний), с другой стороны, отвечает требованиям, предъявляемым к оценке эффективности в нестационарных условиях. Так, расчеты совершенствуются, и вместо *IRR*, предполагающей реинвестиции по самой ставке *IRR*, стала использоваться *MIRR*, предполагающая реинвестирование по стоимости источника проекта, а еще более точный анализ возможен, если разделить ставку дисконта (финансирования) и ставку реинвестирования, что и предлагается в данной модели.

Дано:

для каждого года реализации инвестиционного проекта  $t, t = 0, \dots, T$ :

$X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n$  – проекты

$p_j$  – прибыль от проекта  $X_j$  в год  $t$ ;

$w_j$  – инвестиции в проект  $X_j$  в год  $t$ ;

$c = d = (R - C)$  – чистый проектный доход в год  $t$ , доступный капитал для развития проектов;

Найти:

Подмножество проектов, которые можно реализовать на капитал  $c$  и которые в сумме дают максимальную прибыль, т.е.:

$$z = \sum_{j=1}^n p_j x_j \rightarrow \max.$$

При ограничениях

$$\sum_{j=1}^n w_j x_j \leq c,$$

$$x_j \geq 0 \text{ и целое, } j = 1, \dots, n.$$

Получаем линейную распределительную задачу о рюкзаке. В случае ограниченного числа доступных инвестору краткосрочных проектов на каждом шаге, что характерно для реальных предприятий в условиях нестационарной экономики, может быть применен следующий алгоритм решения, позволяющий сделать оптимальный выбор.

1. Предположим, что проекты отсортированы по убыванию рентабельности  $(p_j / w_j), j = 1$ .

2. Составляем таблицы  $U$  и  $I$ , по строкам которых перечислены номера проектов в соответствии с сортировкой, по столбцам –  $x, x \leq c$ ; для удобства расчетов можно добавить столбцы  $w$  и  $p$ , содержащие инвестиции и доход от проекта.

3. Заполнение таблицы «Общая полезность»:

$U = \{u(j, x), j = 1, \dots, n, x = 1, \dots, c$  (табл. 1):

$$u(j, x) = -\infty, \text{ при } x < 0;$$

$$u(j, x) = 0, \text{ при } x = 0^1;$$

$$u(1, x) = [x / w_1] * p_1.$$

Остальные ячейки таблицы заполняются в соответствии с принципом оптимальности Беллмана:

$$u(k, x) = \max [u(k - 1, x), u(k, x - w_k) + p_k].$$

Таблица 1

ОБЩАЯ ПОЛЕЗНОСТЬ

1	...	x	...	C	w	p	rang
$u(1, 1)$	...	$u(1, x)$	...	$u(1, c)$	$w_1$	$p_1$	1
...	...	...	...	...	...	...	...
$u(j, 1)$	...	$u(j, x)$	...	$u(j, c)$	$w_j$	$p_j$	j
...	...	...	...	...	...	...	...
$u(n, 1)$	...	$u(n, x)$	...	$u(n, c)$	$w_n$	$p_n$	n

4. Заполнение таблицы «Номер реализуемого проекта»  $I = \{i(j, x), j = 1, \dots, n, x = 1, \dots, c$  (табл. 2):

$$i(1, x) = \begin{cases} 0, & u(1, x) = 0; \\ 1, & u(1, x) \neq 0. \end{cases}$$

$$i(j, x) = \begin{cases} i(j - 1, x), & u(j - 1, x) > u(j, x - w_j) + p_j; \\ j, & u(j - 1, x) \leq u(j, x - w_j) + p_j. \end{cases}$$

Таблица 2

НОМЕР РЕАЛИЗУЕМОГО ПРОЕКТА

1	...	x	...	C	w	p	rang
$i(1, 1)$	...	$i(1, x)$	...	$i(1, c)$	$w_1$	$p_1$	1
...	...	...	...	...	...	...	...
$i(j, 1)$	...	$i(j, x)$	...	$i(j, c)$	$w_j$	$p_j$	j
...	...	...	...	...	...	...	...
$i(n, 1)$	...	$i(n, x)$	...	$i(n, c)$	$w_n$	$p_n$	n

<sup>1</sup> Первые два пункта необходимы для описания правила заполнения ячейки в общем виде, хотя с практической точки зрения в таблице содержатся результаты только для  $x > 0$ .

5. Нахождение оптимального портфеля проектов из табл. 1:

- Максимальная прибыль портфеля записана в правой нижней клетке таблицы общей полезности –  $u(n, c) = \max_{j,x} [u(j,x)]$ . Если это значение повторяется в клетках выше и левее, то следующие операции необходимо проделать для каждой из таких клеток  $u(j^*, x^*) = \max_{j,x} [u(j,x)]$ , а затем отбросить дублирующие варианты наполнения портфеля.
- В портфель входит проект, номер которого стоит в таблице  $l$  в клетке  $i(j^*, x^*)$ . Следующий проект, который входит в портфель, находится в ячейке  $i(j^*, x^* - w_j)$  и так далее, до тех пор, пока алгоритм не дойдет до клетки, в которой  $i(j, x) = 0$ . Результатом такой процедуры будет оптимальный набор (или наборы) проектов, которые позволяют получить максимальный доход на каждом шаге. Этот набор может быть представлен в виде  $n$ -мерного вектора:  
 $k = (k(1), \dots, k(n))$ ,

где  $k(j) \in \{0, 1, \dots, \lfloor c/w_j \rfloor\}$  обозначает число принятых  $k$  реализаций проектов  $j$ -го типа.

6. В случае существования нескольких оптимальных наборов, имеет смысл выбрать тот, для которого необходим минимальный размер инвестиций. В случае, если минимальный объем инвестиций не равен доступному капиталу на реализацию проектов  $c$ , то эту разницу (не реинвестированный капитал, not reinvested capital,

$NRC$ )  $NRC = c - \sum_{j=1}^n w_j k_j$  можно положить на депозит

по относительно низкой ставке  $r_0$ .

Таким образом, мы можем рассчитать потенциальную прибыль (potential profit,  $PP$ ) и потенциальную рентабельность, эффективность (potential effectiveness,  $PE$ ) чистого дохода оцениваемого проекта на каждом шаге для случая его реинвестирования в иные доступные инвестиционные проекты с целью получения максимальной прибыли:

$$\begin{aligned} PP &= \sum_{j=1}^n p_j k_j + NRC(1 + r_0) = \\ &= \sum_{j=1}^n p_j k_j + (c - \sum_{j=1}^n w_j k_j)(1 + r_0); \\ PP &= \sum_{j=1}^n [p_j - w_j(1 + r_0)] k_j + c_j(1 + r_0). \end{aligned}$$

Учитывая, что прибыль проекта может быть представлена, как  $p(j) = w(j) * (1 + r(j))$ , имеем

$$\begin{aligned} PP &= c(1 + r_0) + \sum_{j=1}^n [w_j(1 + r_j) - w_j(1 + r_0)] k_j = \\ &= c(1 + r_0) + \sum_{j=1}^n w_j k_j (r_j - r_0). \end{aligned}$$

Соответственно,

$$\begin{aligned} PE &= \frac{c(1 + r_0) + \sum_{j=1}^n w_j k_j (r_j - r_0)}{c} = \\ &= (1 + r_0) + (r_j - r_0) \frac{\sum_{j=1}^n w_j k_j}{c}. \end{aligned}$$

Рентабельность портфеля может быть разложена на две компоненты: базовую ставку депозита  $(1 + r_0)$ , и средневзвешенное превышение базовой ставки рентабельности отдельных проектов  $(r_j - r_0) \frac{\sum_{j=1}^n w_j k_j}{c}$ .

Первая компонента может быть интерпретирована как безрисковая доходность, которая доступна любому участнику рынка и иллюстрирует концепцию снижения

стоимости денег во времени. В свою очередь вторая компонента характеризует специфическую доходность отдельно взятого предприятия с существующим в отрасли уровнем риска. В стационарной экономике для предприятия доступна масса проектов, с Парето-оптимальной границей в координатах риск-доходность, из которой предприятие может выбирать проекты с максимальной рентабельностью при приемлемом уровне риска. В нестационарной экономике с неразвитыми рынками и институтами набор доступных инвестору проектов узок и определяется, исходя не только из экономических факторов; личные неформальные контракты среди высшего менеджмента, административное давление, особенности отраслевого регулирования как часть неустоявшейся нормативно-правовой базы и прочее могут ограничить хозяйственную активность предприятия и ослабить рациональность принятия решений.

Поэтому предполагается, что в нестабильных условиях наилучший прогноз возможностей реинвестирования капитала может быть построен не на основе вероятных сценариев развития внешней среды (макроэкономические показатели, рост рынка и отрасли, развитие технологий) – поскольку такие прогнозы обладают большим разбросом результатов, а опираясь на внутреннюю информацию предприятия и экспертные оценки допустимых направлений инвестирования.

Описанная модель является одной из возможных постановок классической задачи о рюкзаке, в который можно положить неограниченное число предметов каждого типа (unbounded knapsack problem). Такой тип задач является частным случаем задачи о рюкзаке, в который можно положить ограниченное число предметов каждого типа (bounded knapsack problem) при  $b_j = \lfloor c/w_j \rfloor$ . Предложенный метод решения относится к динамическому программированию. Оптимальное решение таких задач может быть также получено в результате полного перебора возможных вариантов заполнения рюкзака, но больших массивах входных данных такой переборный алгоритм практически неприемлем, поскольку имеет экспоненциальную сложность относительно длины входа [7]. Представляется, что в области оценки риска проектов не должно возникать достаточно больших входных массивов данных. Спектр возможных к реализации реальных проектов даже у хорошо диверсифицированного предприятия ограничен. Спектр финансовых проектов, с одной стороны, в нестационарной экономике не отличается широтой и стабильностью, с другой стороны, в условиях стационарной финансовой системы может быть описан как ограниченный набор сходных по характеристикам проектов, доходность которых не имеет большого разброса и может объясняться длительностью исполнения контракта. Тем не менее, отметим, что в случае большого объема данных на практике, как правило, используются модификации так называемого жадного алгоритма, который позволяет существенно снизить сложность вычислений, но является приближенным и в общем случае не позволяет найти точное решение. Его суть заключается в заполнении рюкзака предметами с наилучшими удельными полезностями до тех пор, пока будет хватать места [11].

### Пример

Для необходимого перехода к дискретной записи параметров, полученных из финансовой среды, в целях облегчения расчетов предполагается округлять харак-

теристики денежных потоков, насколько это возможно без существенной потери информации. Во-вторых, с той же целью предполагается разделить объемы проектных финансовых потоков на наибольший общий делитель (**НОД**).

Допустим, к концу предыдущего шага (года) инвестору кумулятивное положительное сальдо денежных потоков оцениваемого проекта **X** составило 2,5 млн. руб., в начале настоящего шага инвестору доступен ряд проектов с традиционными денежными потоками, для которых известны начальные инвестиции и рентабельность инвестиций (или прибыль на конец настоящего шага – табл. 3). Ставка депозита составляет 10% годовых. Необходимо найти максимальную альтернативную доходность доступных для инвестирования проектов и оптимальное распределение свободных денежных средств по альтернативным проектам.

Таблица 3

**ВАРИАНТЫ ПРОЕКТОВ**

Тип проекта	W, тыс. руб.	P, тыс. руб.	p/w*100%	Rang
А	500	55	11,0%	3
Б	750	84	11,2%	2
В	1250	135	10,8%	4
Г	1500	180	12,0%	1

Доступный капитал = 2500 тыс. руб.

**НОД** = 250 тыс. руб.

Следовательно, можно привести данные к виду, представленному в табл. 4.

Таблица 4

**ВАРИАНТЫ ПРОЕКТОВ (ПРИВЕДЕННЫЕ)**

Тип проекта	W, ед.	P, тыс. руб.	p/w*100%	Rang
Г	6	180	12,0%	1
Б	3	84	11,2%	2
А	2	55	11,0%	3
В	5	135	10,8%	4

Доступный капитал = 10 ед.

Построим табл. **U** и **I** для данной задачи (табл. 5 и табл. 6, соответственно):

Таблица 5

**РАСЧЕТ ОБЩЕЙ ПОЛЕЗНОСТИ**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	W	P	Rang
0	0	0	0	0	180	180	180	180	180	6	180	1
0	0	84	84	84	180	180	180	264	264	3	84	2
0	55	84	110	139	180	194	235	264	290	2	55	3
0	55	84	110	139	180	194	235	264	290	5	135	4

Таблица 6

**РАСЧЕТ НОМЕРА РЕАЛИЗУЕМОГО ПРОЕКТА**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	W	P	Rang
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	6	180	1
0	0	2	2	2	1	1	1	2	2	3	84	2
0	3	2	3	3	1	3	3	2	3	2	55	3
0	3	2	3	3	1	3	3	2	3	5	135	4

Максимальная прибыль составит 290 тыс. руб. Алгоритм два раза выявил один и тот же оптимальный способ размещения капитала:

- 1 проект с рангом 1 (Г);
- 2 проекта с рангом 3 (А).

Набор проектов может быть представлен в виде вектора **k** = (1, 0, 2, 0). Сумма средств, необходимых для

инвестирования в такой портфель равна 10 единицам (2 500 тыс. руб.), следовательно, вклад на депозит отсутствует.

Рентабельность реинвестированного капитала составит, таким образом, **PE** = 290 / 2 500 = 11,6%. Соответственно, при оценке интегрально эффекта проекта **X** рекомендуется в настоящем шаге предполагать возможность реинвестирования средств по ставке, равной 0,116.

В случае привлечения внешнего финансирования для осуществления проекта следует различать коммерческую (общую) эффективность и эффективность участия в проекте для отдельных групп экономических агентов. Коммерческая эффективность оценивается без учета финансирования, а эффективность участия в проекте для инвестора, вероятно, будет ниже, так как часть средств будет отдана за кредит, обеспечивающий финансовую реализуемость проекта (отсутствие отрицательных денежных потоков на каждом шаге). Следовательно, свободный денежный поток будет снижен и меньший капитал будет доступен для реинвестирования.

**Применение предложенной модели к оценке эффективности проекта газоперерабатывающего завода**

Проект построен на условно-реальных данных, взятых из практики российской строительной компании. Инвестор рассматривает предложение принять участие в проекте, предусматривающем строительство, эксплуатацию и реализацию части продукции газоперерабатывающего завода на месторождении с доказанными извлекаемыми запасами природного газа в объеме от 5,5 до 5,7 млн. куб. м.

Возврат инвестиций будет осуществляться из выручки от реализации побочных продуктов переработки природного газа: пропан-бутана и стабильного газового конденсата, а также от оплаты владельцем месторождения услуг по переработке сырьевого природного газа и доведение его качества до требований, предъявляемых к природному газу, подаваемому в газотранспортную систему.

В первый год эксплуатации из-за налаживания технологических процессов производительность составит 80% от номинальной. В последние годы проекта будет наблюдаться уменьшение объемов переработки сырьевого природного газа из-за падения пластового давления месторождения вследствие выработки.

Технологическое решение позволяет извлечь запасы природного газа до истечения срока полезного использования оборудования. При завершении проекта инвестор предполагает продать использованное оборудование по цене, равной половине его остаточной стоимости.

Риски не учитываются в ставке дисконта. Учет риска происходит корректировкой ожидаемых проектных потоков по умеренно-пессимистическому сценарию.

Модель финансовых потоков проекта построена в программе Excel. В качестве основного критерия эффективности проекта используется Реальный чистый дисконтированный доход (**РЧДД**), рассчитываемый по формуле, предложенной в [6]. Формула дополняется, так как проект подразумевает капитальные издержки в течение более одного периода:

$$РЧДД = RNPV^h = \frac{-K_m}{(1+E)^m} + \frac{\sum_{m=1}^{m=M} \varphi(m) \prod_{s=m+1}^{s=M} (1+d_s^h)}{(1+E)^m},$$

где

$K_m$  – размер капитальных затрат;

$m$  – номер шага,  $m = 1, \dots, M$ ;

$\varphi(m)$  – положительное денежное сальдо на шаге  $m$  (в дефлированных ценах);

$d_s^h$  – рассматриваемая доходность при сценарии  $h$  использования прибыли (положительного сальдо) проекта на шаге  $s$ .

Эффективность проекта рассчитана в трех вариантах. Первый вариант предполагает частный случай реинвестирования: положительное сальдо проекта реинвестируется по ставке дисконта. В этом случае  $РЧДД$  в точности равен  $ЧДД$ , рассчитанному традиционным методом:

$$\begin{aligned} РЧДД &= \frac{-K_m}{(1+E)^m} + \frac{\sum_{m=1}^{m=M} \varphi(m) \prod_{s=m+1}^{s=M} (1+E)}{(1+E)^m} = \\ &= \frac{-K_m}{(1+E)^m} + \frac{\sum_{m=1}^{m=M} \varphi(m) (1+E)^{(M-m)}}{(1+E)^m} = \\ &= \frac{-K_m}{(1+E)^m} + \frac{\sum_{m=1}^{m=M} \varphi(m)}{(1+E)^m} = ЧДД. \end{aligned}$$

Для второго и третьего вариантов предполагается, что инвестор обладает информацией об альтернативных «малых» проектах, доступных к вложению средств, полученных от реализации основного проекта. Причем во втором варианте предполагается, что эти проекты относительно долгосрочные, их реализация длится на всем горизонте планирования основного инвестиционного проекта. Таким образом, положительное сальдо доходов на каждом шаге реинвестируется под ставку, определяемую на этом же шаге, постоянную до конца основного проекта. В этом случае формула  $РЧДД$  может быть переписана следующим образом:

$$РЧДД = \frac{-K_m}{(1+E)^m} + \frac{\sum_{m=1}^{m=M} \varphi(m) (1+d_m^h)^{M-m}}{(1+E)^m}.$$

Модель оптимального управления проектными доходами определяет значение  $d^h$  – наилучшей возможности вложения средств на каждом шаге. Применение данной модели к модели финансовых потоков проекта позволяет рассчитать максимально возможный  $РЧДД$ , то есть интегральный эффект от реализации проекта с учетом ограничений на возможности реинвестирования капитала, характерных для нестационарных экономических условий.

В третьем варианте расчета проектной эффективности предполагается, что проекты, пригодные для реинвестирования, имеют короткий срок реализации (их горизонт планирования составляет один шаг). В этом случае, положительное сальдо  $(i-1)$  шага, увеличенное на оптимальную ставку доходности  $(i-1)$  шага, прибавляется к положительному сальдо на  $i$ -м шаге, увеличивая, таким образом, доступный для инвестирования капитал. Это позволяет принимать решение в условиях более широкого спектра доступных проектов, включающего те, для которых требуются значительные инвестиции.

В конкретном примере инвестору, строительной фирме, на каждом шаге доступно 10 проектов, представленных в табл. 7 и депозит.

В работе [4, с. 738] при вычислении значения  $РДД$  рассматриваются ставки «обобщенного депозита». При этом принимается, что такая ставка не превышает ставку дисконта, ведь в противном случае инвестор захочет увеличить доходность своего капитала и повысит норму дисконта до нормы обобщенного депозита. В представленной модели ставка депозита так же относительно мала, но доходность альтернативных проектов для реинвестирования средств, полученных в ходе реализации основного проекта, может принимать значения и превышающие ставку дисконта. Это обусловлено тем, что за ставку дисконта принимается средняя доходность таких альтернативных доступных инвестору проектов, поэтому доходность конкретного проекта может быть как выше, так и ниже.

Таблица 7

#### СПЕКТР ДОСТУПНЫХ ПРОЕКТОВ

Номер проекта	W, тыс. долл. – инвестиции	P, тыс. долл. – прибыль	P/W * 100% – рентабельность
1	25 700	4 626,00	18,00%
2	34 000	5 627,00	16,55%
3	6 950	1 070,30	15,40%
4	7 540	1 146,08	15,20%
5	18 280	2 742,00	15,00%
6	14 600	2 160,80	14,80%
7	12 000	1 704,00	14,20%
8	7 900	1 106,00	14,00%
9	6 100	841,80	13,80%
10	9 600	1 248,00	13,00%
Средняя рентабельность	-	-	15,00%
Депозит	1	0,1	10%

Данная таблица может быть представлена на графике (рис. 1).

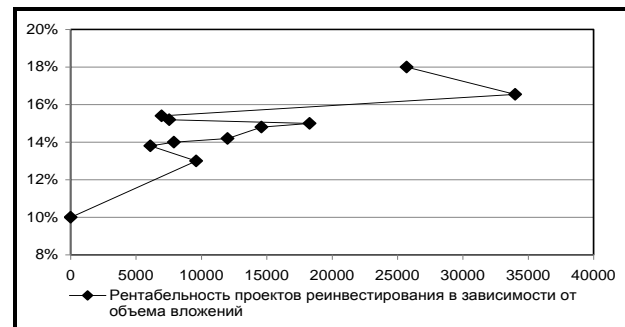


Рис. 1. Спектр доступных проектов

В результате расчетов было показано, что  $РЧДД$  первого (базового) варианта, равный традиционному  $ЧДД$ , составил 19,88 млн. долл.  $РЧДД$  второго варианта, предусматривающего реинвестирование в долгосрочные проекты, оказался несколько ниже и составил 18,44 млн. долл. Это объясняется тем, в реальности, как правило, отсутствуют неограниченные возможности реинвестирования по ставке дисконта. Хотя на некоторых шагах доступны проекты, рентабельность которых превышает ставку дисконта, в целом за горизонт планирования средняя ставка оказалась ниже. Таким образом, данная модель ослабляет не всегда реалистичную даже для стабильных развитых экономик указанную предпосылку расчета  $ЧДД$  и позволяет более точно оценивать интегральную эффективность инвестиционного проекта.

**РЧДД** третьего варианта, напротив, оказался значительно выше и составил 30,86 млн. долл. Такое значение может объясняться предпосылкой модели о том, что для реинвестирования доступны проекты, которые характеризуются одновременно высокими инвестициями и отдачей. В случае реализации непродолжительных проектов, инвестор может накопить достаточно средств от реализации основного проекта для участия в таких проектах. Такая постановка особенно интересна при сравнении альтернативных инвестиционных проектов со схожими значениями **ЧДД**, но различным распределением положительных потоков во времени. Предпочтительным в данном случае будет проект, который быстрее сможет «накопить», нарастить положительное сальдо до размеров, позволяющих делать выгодные капиталовложения по более высокой ставке (не обязательно превышающей норму дисконта).

Таким образом, была представлена модель уточнения эффективности инвестиционного проекта, реализуемого в нестационарных условиях. В модели используется такая черта нестационарной экономики, как отсутствие постоянного и широкого перечня доступных для инвестора в неограниченных количествах тиражируемых инвестиционных проектов. Вместо этого предложена оптимизационная задача выбора оптимального портфеля из узкого числа реальных инвестиционных проектов и финансовых инвестиций на депозит по невысокой ставке доходности.

Также в модели учитывается рискованный характер инвестиционного процесса. В частности, рассматриваются различные сценарии размещения положительного сальдо проектных потоков, которые в итоге оказывают влияние на интегральную эффективность проекта (**РЧДД**). Так, возможно не только искать оптимальный сценарий реинвестирования, но и оценивать сокращение потенциальной прибыли, в случае неоптимального размещения капитала, например, ориентируясь не на максимальный общий эффект, а на большую прибыльность отдельных проектов или стремление вложить в проекты (пустить в оборот) все положительное сальдо, избегая депозита, и т.д.

К числу возможных вариантов развития модели можно отнести:

- дифференцирование спектра доступных проектов по шагам;
- учет распределения потоков проектов для реинвестирования во времени;
- ограничение возможностей реинвестирования по количеству реализаций отдельного проекта;
- для модели вложения в долгосрочные проекты предусмотреть возможность отложить реинвестирование доходов на следующий шаг (например, положить на депозит до востребования или срочный), чтобы накопить средств для инвестирования в проект с более высокой прибылью, требующий больших инвестиций;
- для модели краткосрочных вложений ввести ограничения на горизонт планирования отдельного проекта.

В условиях экономической нестабильности модель оптимального управления проектными доходами может быть рекомендована к использованию при анализе рисков инвестиционного проекта, так как в рамках указанных предпосылок позволяет уточнить интегральный эффект реализации инвестиционного проекта с целью отбора проекта для участия.

*Гнатюк Алексей Александрович*

## Литература

1. Айзин К.И. Риск и доходность бумаг на фондовых рынках стационарной и нестационарной экономики [Текст] / Айзин К.И., Лившиц В.Н. // *Аудит и финансовый анализ*. – 2006. – №4. – С. 195-199.
2. Афанасьев М.Ю. Исследование операций в экономике: модели, задачи, решения [Текст] / Афанасьев М.Ю., Суворов Б.П. – М. : ИНФРА-М, 2003. – 444 с.
3. Вериян Х. Микроэкономика. Промежуточный уровень. Современный подход [Текст] : учеб. / Вериян Х. – М. : ЮНИТИ, 1997. – 767 с.
4. Виленский П. Оценка эффективности инвестиционных проектов [Текст] / Виленский П., Лившиц В., Смоляк С. – М. : Дело, 2008. – 888 с.
5. Лившиц В.Н. Оценка эффективности инвестиционных проектов в стационарных и нестационарных макроэкономических условиях [Текст] / Лившиц В.Н., Лившиц С.В. // *Экономика строительства*. – 2003. – №5. – С. 2-22.
6. Лившиц С.В. О методологии оценки эффективности производственных инвестиций проектов в российской переходной экономике [Текст] / Лившиц С.В. // *Экономика и математические методы*. – 2004. – Т. 40, №2. – С. 49-58.
7. Пермякова Т. Комбинированный метод решения задачи о рюкзаке [Электронный ресурс] / Пермякова Т., Морозенко В. // *Мат-лы междунар. конф. «Knowledge-Dialogue-Solutions»*, 2007. URL: [http://www.foibg.com/conf/ITA2007/KDS2007/PDF/KDS07-Permiakova\\_Morozenko.pdf](http://www.foibg.com/conf/ITA2007/KDS2007/PDF/KDS07-Permiakova_Morozenko.pdf)
8. Риск-менеджмент инвестиционного проекта [Текст] : учеб. для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / под ред. М.В. Грачевой, А.Б. Секерина. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 544 с.
9. Chelst K. Structured risk management: filling a gap in decision analysis education // *Journal of operational research society*. 2000. Vol. 51. №12. p. 1420-1432.
10. Li P. The comparison and selection of investment projects: a new standardized risk measure // *The engineering economist*. 2003. Vol. 48. №2. Pp. 127-151.
11. Martello S. Knapsack problems. Algorithms and computer Implementations. – DEIS, University of Bologna, 1990. – 296 p.

## Ключевые слова

Интегральный показатель эффективности; линейное программирование; нестационарные экономические условия; реинвестирование прибыли; рентабельность инвестиций; ставка дисконтирования; тиражируемый проект; финансирование; чистый дисконтированный доход; задача о рюкзаке.

## РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы данной статьи обусловлена тем фактом, что немалую сложность представляют вопросы стратегического инвестиционного планирования. И первоочередную важность составляют проблемы анализа специфических условий современной российской экономики, для которой, в отличие от многих развитых стран, характерны нестационарные процессы. С точки зрения научной новизны и практической значимости работы интересным представляется вывод автора о том, что для принятия мер противодействия рискам и разработке наилучшей стратегии конкретному предприятию целесообразно акцентировать внимание на анализе внутренней среды и конкретных специфических условиях его деятельности.

Автор показывает, что в случае ограниченной доступности тиражируемых финансовых проектов важную роль выполняют проекты реального сектора, для которых характерны фиксированные и достаточно большие требования по объему вложений, необходимых для успешной реализации проекта. Среди полученных результатов стоит отметить утверждение, что в нестационарных условиях большое значение имеет возможность оперативного перераспределения проектных доходов в случае, когда появляется более выгодное направление для вложения средств, поэтому, в частности, краткосрочные проекты имеют преимущество перед долгосрочными инвестициями.

Таким образом, полученные в работе результаты могут быть полезны, как при исследовании, так и при практической реализации анализа рисков инвестиционного проекта в нестационарных экономических условиях.

В целом, рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к публикации.

*Грачева М.В., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой математических методов анализа экономики Экономического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова*