

Калугин В.А., д-р экон. наук, доц.,  
Королькова Д.И., аспирант,  
Шкуркин А.А., аспирант

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ВЕРОЯТНОСТНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

kalugin@bsu.edu.ru

Важнейшим фактором успешности технологически-ориентированной стратегии модернизации российской экономики является реализация эффективных инвестиционных проектов (ИП). Вместе с тем в условиях экономической турбулентности, когда неопределенность исходных предположений, на основе которых строится прогноз денежных потоков ИП, еще более усиливается, традиционные классические показатели оценки эффективности ИП в лучшем случае представляют лишь наметки будущих результатов деятельности по осуществлению ИП.

При этом, поскольку с 2000 г. не обновлялись Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов, многие коммерческие банки, институты развития, промышленные предприятия, пытаясь учесть реалии настоящего времени, пользуются собственными корпоративными методиками оценки и анализа ИП, содержащими ошибочные термины, расчетные формулы и допущения, а главное – приводящими к принятию ошибочных, неэффективных инвестиционных решений.

Таким образом, в настоящее время остро встает вопрос развития теоретико-методического обеспечения инвестиционного процесса в условиях нестабильности внешней среды, в том числе в условиях вероятностной неопределенности.

**Ключевые слова:** вероятностная неопределенность, оценка эффективности инвестиционных проектов, принцип моделирования денежных потоков, операционный денежный поток, методология анализа иерархических структур, имитационное моделирование, закон распределения случайной величины.

**Введение.** Одним из основных принципов, положенных в основы оценки эффективности ИП, является принцип моделирования денежных потоков, включающих все связанные с осуществлением проекта денежные поступления и расходы за расчетный период. Этот принцип применим к любым типам ИП независимо от их технических, технологических, финансовых, отраслевых или региональных особенностей [1, 2].

Методы моделирования денежных потоков ИП существенно различаются от условий, в которых протекает инвестиционный процесс, порождаемый определенным проектом. Традиционно принято различать следующие условия [3, 4, 5]:

- определенности, если каждому инвестиционному проекту ИП ставится в соответствие одна и только одна оценка денежного потока на каждом шаге расчетного периода ( $CF^t$ );

- вероятностной неопределенности (риска), если каждому ИП ставится в соответствие на каждом шаге расчетного периода множество оценок, каждая из которых имеет определенную вероятность осуществления, по существу задается дискретное распределение вероятностей случайной величины  $C^t$  (денежный поток на  $t$ -

ом шаге расчетного периода):  $\{(CF_1^t, P_1^t), \dots, (CF_{n_t}^t, P_{n_t}^t)\}$ ;

- неопределенности, если каждому ИП ставится в соответствие на каждом шаге расчетного периода множество оценок и при этом ничего неизвестно относительно вероятности осуществления каждой:  $\{(CF_1^t, \dots, CF_{n_t}^t)\}$ .

Классические традиционные показатели оценки эффективности ИП (NPV, PI, IRR) независимо от условий требуют для своего расчета одной оценки денежного потока на каждом шаге расчетного периода [6,7,8]. Например, в условиях вероятностной неопределенности в качестве оценки ожидаемого денежного потока на  $t$ -ом шаге расчетного периода принимается математическое ожидание случайной величины  $C^t$ , которое не рассчитывается на основе закона распределения, а просто прогнозируется, что требуют от экономистов и финансовых аналитиков сверхъестественных способностей предвидеть изменения в экономике страны или в отдельной отрасли, на конкретном предприятии, организации или для отдельного продукта.

**Методология.** В настоящей статье предлагается метод моделирования денежных потоков ИП на каждом шаге расчетного периода в условиях вероятностной неопределенности, опирающийся на имитационное моделирование мето-

дом Монте-Карло [9]. Проведение имитационного моделирования основано на том, что при известных законах распределения экзогенных переменных можно получить не единственное значение, а распределение результирующего показателя.

Предлагаемый метод может быть использован как в системе традиционной методологии оценки эффективности ИП, так и в рамках, развиваемой одним из авторов, методологии многокритериальной оценки ИП [10].

**Основная часть.** Предположим для простоты изложения, что ИП характеризуется вполне определенными инвестиционными затратами (оттоки денежных средств), осуществляемыми на начальном (нулевом шаге расчетного периода), и поступлениями денежных средств (притоки денежных средств) на каждом следующем шаге расчетного периода, характеризующиеся вероятностной неопределенностью.

В качестве притока денежных средств на каждом шаге расчетного периода будем рассматривать чистый операционный денежный поток ИП (табл. 1).

Таблица 1

#### Чистый операционный денежный поток ИП

Показатели	№ расчетного периода		
	1	...	N
1. Объем реализации	$V^1$	...	$V^N$
2. Цена реализации	$C^1$	...	$C^N$
3. Выручка от реализации	$S^1$	...	$S^N$
4. Операционные расходы (без амортизации):			
4.1. Переменные	$op^1$		$op^N$
4.2. Постоянные (без амортизации)	$oc^1$		$oc^1$
5. Амортизация	$a^1$	...	$a^N$
6. Операционный доход	$r^1$	...	$r^N$
7. Налоги	$d^1$	...	$d^N$
8. Чистый операционный доход	$nr^1$	...	$nr^N$
9. Амортизация	$a^1$	...	$a^N$
10. Чистый операционный денежный поток	$CF^1$	...	$CF^N$

Метод моделирования денежных потоков в условиях вероятностной неопределенностью характеризуется следующими шагами.

**Первый шаг.** Анализ структуры чистого операционного денежного потока ИП показывает, что каждую его составляющую можно отнести к трем категориям: расчетным, случайным, заданным. Поэтому на каждом шаге расчетного периода проводится отделение случайных составляющих чистого операционного денежного потока от неслучайных.

**Расчетные составляющие.** Имеют место следующие очевидные соотношения: 1)  $S^t = V^t \cdot C^t$ , 2)  $op^t = op_e^t \cdot V^t$  ( $op_e^t$  – переменные затраты на единицу продукции), 3)  $r^t = S^t - op^t - oc^t - a^t$ , 4)  $nr^t = r^t - d^t$ , 5)  $CF^t = nr^t + a^t$ .

Кроме того, предположив, что инвестиционные затраты целиком относятся к амортизируемому имуществу, и, имея в виду линейный метод амортизации имущества, получим годовую сумму амортизационных отчислений:  $a^t = I \cdot 1/N$  (считаем, шаг расчетного периода соответствует году).

Отметим, что представленные соотношения требуют для своего расчета определения величины постоянных расходов (без амортизации) и переменных затрат на единицу продукции.

Постоянные расходы (без амортизации) не сложно спрогнозировать, поскольку они являются отличительными характеристиками ИП: например один из проектов предполагает использование в гораздо большей степени автоматическое оборудование и в меньшей степени рабочей силы (оператора), что приводит к высоким эксплуатационным расходам, второй – в меньшей степени автоматическое оборудование и в большей степени рабочей силы. Кроме того, отраслевые особенности определяют уровень постоянных расходов: электроэнергетические, авиакомпания, сталелитейные заводы и тому подобные компании просто должны делать крупные инвестиции в основные средства, а это приводит к высоким постоянным расходам. Это все говорит о том, они при отлаженном производстве легко прогнозируются.

В то же время переменные затраты на единицу продукции существенно зависят от цен на ресурсы и их следует отнести к случайным составляющим.

**Заданные составляющие.** К ним относятся те, которые устанавливаются законодательно. В данном случае это налог на прибыль организаций.

**Случайные составляющие.** Кроме отмеченных выше переменных затрат на единицу продукции, к случайным составляющим чистого операционного денежного потока ИП, очевидно, следует отнести объем реализации и цену реализации.

**Второй шаг.** Необходимо сделать предположение относительно законов распределения случайных величин: переменных затрат на единицу продукции, объема реализации и цены реализации. В общем случае на каждом шаге расчетного периода случайные величины могут характеризоваться различными законами распределения или различаться параметрами одного и того же распределения.

**Третий шаг.** При известном законе распределения каждой из случайных величин, исполь-

зуя генератор случайных чисел, необходимо получить конкретное значение для каждой из них.

*Четвертый шаг.* Значения случайных составляющих, вместе с другими составляющими, используются для определения чистого операционного денежного потока ИП на  $t$ -ом шаге расчетного периода.

*Пятый шаг.* Третий и четвертый шаги многократно ( $N$  – раз) повторяются, что даст  $N$  значений денежного потока ИП на  $t$ -ом шаге расчетного периода ( $CF^t(\text{ИП})$ ), которые составят распределение вероятностей случайной величины  $CF^t$ .

На основании распределение вероятностей случайной величины  $CF^t$  теперь можно получить искомое ожидаемое значение  $CF^t$  и среднеквадратическое отклонение.

**Выводы.** В результате анализа структуры чистого операционного денежного потока ИП проведено разделение его составляющих на три категории. Показано, каким образом необходимо работать со случайными составляющими, чтобы получить распределение вероятностей денежного потока ИП на рассматриваемом шаге расчетного периода, на основании которого можно получить искомое ожидаемое значение.

Предлагаемый метод может быть использован как в системе традиционной методологии оценки эффективности ИП, так и в рамках методологии многокритериальной оценки ИП.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Никонова И.А. Проектный анализ и проектное финансирование. М.: Альпина Паблишер, 2012. 154 С. ISBN 978-5-9614-1771-5
2. Методические рекомендации по оценке

эффективности инвестиционных проектов, № ВК477 от 21.06.1999 г., утверждено Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике.

3. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. М.: Наука, 1981. 257 С. ISBN 978-5-91460-003-4.

4. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. М.: Дело, 2002. 888 С. ISBN 5-7749-00286-2.

5. Петровский А.Б. Теория принятия решений Университетский учебник. — М.: Академия, 2009. 400 с. ISBN: 978-5-7695-5093-5.

6. Теория принятия решений. В 2 т. Т. 1: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / под ред. В. Г. Халина. М.: Издательство Юрайт, 2016. 250 с. Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс. ISBN 978-5-9916-6964-1 (т. 1) ISBN 978-5-9916-6077-8

7. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. М.: Финансы и статистика, 1998. 141 С. ISBN 5-279-01871-6.

8. Быстров О.Ф., Поздняков В.Я., Прудников В.М., Перцев В.В. Управление инвестиционной деятельностью в регионах РФ. М.: «Инфа-М», 2008. 358 С. ISBN 978-5-1-003075-3.

9. Бриггем Ю., Гапенски Л. Финансовый менеджмент. СПб.: Экономическая школа, 1997. Т.1. 497 С. ISBN 5-900228-30-3.

10. Калугин В.А. Многокритериальные методы принятия инвестиционных решений. СПб.: Химиздат, 2004. 211 С. ISBN 5-03808-035-07.

**Kalugin V.A., Korolkova D.I., Shkurkin A.A.**

## CASH FLOW MODELLING OF INVESTMENT PROJECTS UNDER PROBABILISTIC UNCERTAINTY

*The most important factor in the success of technology-oriented strategy of modernization of the Russian economy is the implementation of effective investment projects (IP). However, in times of economic turbulence, when uncertainty assumptions on which the forecast cash flows is based IP, is further enhanced by the traditional classical IP performance measurement indicators are at best only represent the outline of future results for the implementation of IP activities.*

*In this case, since the year 2000 have not been updated Guidelines on the assessment of the effectiveness of investment projects, many commercial banks, development institutions, industrial companies, trying to take into account the realities of the present time, use their own methods of corporate IP evaluation and analysis, containing erroneous terms, formulas and assumptions, and most importantly - leading to the adoption of incorrect, inefficient investment decisions.*

*Thus, currently the acute question of theoretical and methodological support of the investment process in the conditions of instability of the environment, including those under probabilistic uncertainty.*

**Key words:** *probabilistic uncertainty, performance evaluation of investment projects, the principle of modeling cash flow, operating cash flow analysis methodology of hierarchical structures, simulation, distribution law of a random variable.*

**Калугин Владимир Анатольевич**, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики.  
Белгородский государственный национальный исследовательский университет.  
Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д.85.  
E-mail: Kalugin@bsu.edu.ru

**Королькова Дарья Игоревна**, аспирант кафедры «менеджмент организации»  
Белгородский государственный национальный исследовательский университет.  
Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д.85.  
E-mail: Korolkova\_d@bsu.edu.ru

**Шкуркин Алексей Анатольевич**, аспирант кафедры «экономика»  
Белгородский государственный национальный исследовательский университет.  
Адрес: Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д.85.  
E-mail: Ghost2508@rambler.ru