

**ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА  
ЭФФЕКТИВНОСТИ И РИСКА ИНВЕСТИЦИЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

**Севастьянов Павел Владимирович,**  
доктор технических наук, профессор,  
Ченстоховский технологический университет,  
факультет механики и информатики, кафедра информатики,  
Ченстохова, Польша,  
sevast@icis.pcz.pl

**Дымова Людмила Германовна,**  
доктор технических наук, профессор,  
Ченстоховский технологический университет,  
факультет механики и информатики, кафедра информатики,  
Ченстохова, Польша  
sevast@icis.pcz.pl

***Ключевые слова:** инвестиции, чистый приведенный доход, внутренний коэффициент окупаемости, оценка риска инвестиций.*

***Keywords:** investment, net present value, internal rate of return, risk assessment of investments.*

***Аннотация.** Рассматриваются проблемы анализа эффективности и риска инвестиций с помощью теоретико-вероятностных методов, обосновывается методика с использованием нечетко-интервального подхода.*

***Abstract.** The problems of analyzing the efficiency and risk of investments using probability-theoretic methods are considered, the method using a fuzzy-interval approach is justified*

В настоящее время для оценки финансовой стороны планируемых инвестиций принято использовать дисконтированные пара-

метры эффективности. При этом чаще всего применяются следующие показатели: чистый приведенный доход, внутренняя норма доходности, срок окупаемости капитальных вложений, рентабельность проекта, точка безубыточности. Перечисленные показатели являются результатами сопоставлений распределенных во времени доходов с инвестициями и затратами на производство. Как показывают исследования, за рубежом наиболее часто используются два основных показателя: чистый приведенный доход (*net present value*, *NPV*) и внутренний коэффициент окупаемости (внутренняя норма доходности, внутренняя процентная ставка) (*internal rate of return*, *IRR*).

Экономический смысл внутреннего коэффициента окупаемости *IRR* состоит в следующем. В качестве альтернативы вложения финансовых средств в инвестиционный проект рассматривается помещение тех же средств (так же распределенных во времени) под некоторый банковский процент. Распределенные во времени доходы, получаемые от реализации проекта, также помещаются на депозитный счет в банке под тот же процент. При ставке ссудного процента, равной *IRR*, инвестирование средств в проект даст в итоге тот же суммарный доход, что и помещение их на депозитный счет. Таким образом, при этой ставке ссудного процента обе альтернативы помещения финансовых средств экономически эквивалентны. Если реальная ставка ссудного процента меньше *IRR* проекта, инвестирование средств в него выгодно, и наоборот. Следовательно, *IRR* является граничной ставкой ссудного процента, разделяющей эффективные и неэффективные инвестиционные проекты.

В настоящее время традиционный подход к расчету *NPV*, *IRR* и других дисконтных параметров подвергается вполне заслуженной критике, ввиду того, что значения будущих доходов  $P_t$ , затрат  $KV_t$  и процентных ставок  $d$  – весьма неопределенные величины. При этом имеющие место неопределенности в отличие от случая прогнозирования курсов акций не могут быть адекватно описаны в теоретико-вероятностных терминах. В реальных ситуациях инвестор или привлекаемые им эксперты в состоянии уверенно указать лишь интервалы, в пределах которых могут оказаться значения  $P_t$ ,  $KV_t$  и  $d$ , и наиболее ожидаемые значения внутри этих интервалов. В итоге возникает проблема разработки адекватной методики расчета финансовых показателей проектов при наличии тако-

го рода неопределенностей, имеющих, зачастую, субъективную природу. Кроме того, требует решения весьма существенная проблема оценки риска инвестиций.

В настоящее время наибольшее распространение получили методики анализа эффективности и риска инвестиций на основе теоретико-вероятностного подхода.

В наиболее общем виде финансовый риск можно рассматривать как степень определенности финансовой потери, выражающейся в: возможности не достичь поставленной цели; неопределенности прогнозируемого результата; субъективности оценки прогнозируемого результата.

Возможна и другая интерпретация риска – как степени variability дохода, который может быть получен благодаря владению данным видом активов.

Существует множество подходов к количественной оценке риска, которые обычно представляют собой различные модификации анализа чувствительности конъюнктуры (*sensitivity analysis*) или анализа вероятностного распределения доходности (*probability Distributions*).

Например, в рамках рекомендаций Всемирного Банка по анализу инвестиций указываются три основные методики:

- анализ чувствительности, при котором исследуется влияние определенных (5%, 10% и др.) вариаций наиболее важных для проекта входных параметров (размера инвестиций, динамики доходов и расходов, нормы дисконтирования и пр.) на устойчивость оценок эффективности проекта;

- метод статистических испытаний, при котором значения недетерминированных ключевых входных параметров выбираются случайно в соответствии с известной процедурой типа Монте-Карло (при помощи генератора случайных чисел);

- метод сценариев, когда опытные эксперты прорабатывают несколько типовых вариантов развития событий по проекту соответствующих значений динамики выпуска продукции, доходов и расходов и др.

Существуют и жесткие нормативные ограничения риска с четкой формулировкой метода его расчета. Например, для банков Республики Беларусь для оценки крупных рисков введен максимальный размер ри-

ска на одного заемщика. Следует отметить, что этот норматив по методике построения близок к концепции эмпирического риска. Однако его детерминированный характер не позволяет достаточно полно учитывать неопределенность, неизбежно связанную с оценкой будущих событий. Последнее делает его малоприменимым для оценки финансового риска инвестиций.

Традиционно неопределенности, связанные с прогнозированием будущих событий в экономике, интерпретируются с теоретико-вероятностной точки зрения, что во многих практически важных случаях может приводить к неадекватным результатам. Более обоснованным экономически является подход к оценке риска инвестиций, сущность которого заключается в построении вероятного распределения значений доходности, исчислении стандартного отклонения от средней доходности и коэффициента вариации, который и рассматривается как степень риска, ассоциируемого с данным активом. Таким образом, чем выше коэффициент вариации, тем более рискованным является данный вид актива. Основные процедуры этой методики состоят в следующем [1]:

задаются прогнозные оценки значений доходности  $K_i$  и вероятностей их осуществления  $P_i$  (все это субъективные экспертные оценки);

рассчитывается наиболее вероятная доходность  $K_b$

$$K_b = \sum K_i \cdot P_i, \quad (1)$$

рассчитывается стандартное отклонение ( $O_c$ )

$$O_c = \sqrt{\sum_i (K_i - K_b)^2 \cdot P_i}, \quad (2)$$

рассчитывается коэффициент вариации ( $V$ )

$$V = \frac{O_c}{K_b}. \quad (3)$$

Действительно, если соответствующим образом отнормировать распределение  $P_i$ , чтобы оно стало соответствовать частотному, величина, рассчитываемая по формуле (1), будет соответствовать строгому определению математического ожидания.

Однако наиболее вероятным значением доходности она будет только в случаях симметричного распределения  $P_i$ , во всех остальных случаях математическое ожидание не имеет достаточно ясного экономического смысла и является скорее математической абстракцией. Соответственно теряют смысл параметры  $O_c$  и  $V$ . В рассматриваемой

ситуации в случае несимметрического распределения (а симметрические гауссовские распределения в реальной жизни довольно редки) имеют смысл лишь доверительные интервалы и, собственно, сами исходные распределения. Далее возникает проблема обработки этих интервалов и распределений, и выполнения необходимых арифметических операций над ними. Именно отсутствие соответствующего математического аппарата, реализующего при экономико-математическом анализе арифметику непосредственно для интервалов и распределений, является источником большинства сложностей при применении теоретико-вероятностных методов. С другой стороны, понимание необходимости разработки эффективного математического аппарата для работы с неопределенностями, в том числе и субъективной природы, осознание недостатков теоретико-вероятностных методов привело к бурному развитию и формированию новых научных дисциплин: интервальной математики, теории нечетких множеств и теории возможностей. В настоящее время можно говорить о некоторой определенности в областях применения этих методик, и весь этот комплекс новых теорий и методов (включая теорию вероятностей) движется к естественному объединению в общую теорию анализа неопределенностей.

Анализ характера неопределенностей, проявляющихся в финансовой оценке эффективности инвестиций, позволяет сделать вывод, что их адекватная математическая формализация может быть проведена в рамках нечетко-интервального подхода. При этом применение нечетко-интервального подхода позволяет решить ряд проблем, практически неразрешимых в рамках классического теоретико-вероятностного подхода, в частности, появляется возможность непосредственного проведения арифметических операций с параметрами, заданными в нечетко-интервальной форме, что невозможно при их описании частотными распределениями. Появляется также возможность описания неопределенностей, имеющих субъективную природу, что является крайне важным при прогнозах, касающихся будущих событий.

### Список литературы

1. Дилигинский, Н.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология : монография / Н.В. Дилигинский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов ; под общ. ред. Н.В. Дилигинского. – М. : Машиностроения – 1, 2004. – 336 с.