

УДК 330.322.16:629.78

UDC 330.322.16:629.78

08.00.00 Экономические науки

Economics

**ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ
ХАРАКТЕРИСТИК ФИНАНСОВЫХ
ПОТОКОВ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ
В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ****ESTIMATION OF THE ERRORS OF THE
CHARACTERISTICS OF FINANCIAL FLOWS
OF INVESTMENT PROJECTS IN THE
ROCKET AND THE SPACE INDUSTRY**

Орлов Александр Иванович
д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 4342-4994

*Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005,
Москва, 2-я Бауманская ул., 5, prof-orlov@mail.ru*

Orlov Alexander Ivanovich
Dr.Sci.Econ., Dr.Sci.Tech., Cand.Phys-Math.Sci.,
professor
*Bauman Moscow State Technical University,
Moscow, Russia*

Оценка погрешностей характеристик финансовых потоков инвестиционных проектов необходима для принятия адекватных управленческих решений, в частности, в ракетно-космической промышленности. Организационно-экономические подходы к оценке реализуемости инновационно-инвестиционных проектов создания изделий ракетно-космической техники предполагают интенсивное использование числовых характеристик финансовых потоков многолетних проектов рассматриваемого типа. В организационно-экономическом обеспечении решения задач управления в аэрокосмической отрасли предусмотрена необходимость получения оценок погрешностей характеристик финансовых потоков. Такие оценки - неотъемлемая часть организационно-экономического обеспечения инновационной деятельности в ракетно-космической отрасли. Их можно сравнить с интервальными прогнозами, т.е. доверительным оцениванием прогнозных значений. Половина длины доверительного интервала - это и есть оценка погрешности прогнозирования. В настоящей статье разработан новый метод оценки погрешностей основных характеристик инвестиционных проектов. Основное внимание уделено чистой текущей стоимости NPV . Метод оценки погрешностей основан на результатах статистики интервальных данных, являющейся неотъемлемой частью системной нечеткой интервальной математики. Построена асимптотическая теория, соответствующая малых отклонениям коэффициентов дисконтирования. Погрешность NPV найдена как асимптотическая нотна. С точностью до бесконечно малых более высокого порядка погрешность NPV является линейной функцией от максимально возможной погрешности коэффициентов дисконтирования

Estimates of the errors of the characteristics of financial flows of investment projects are needed to make adequate management decisions, particularly in the rocket and the space industry. Organizational-economic approaches to the estimations of the feasibility of innovation-investment projects to create rocket and space technologies require intensive use of numerical characteristics of the financial flows of long-term projects of this type. In organizational-economic support for control problems in the aerospace industry we must provide the need to obtain the estimates of the errors of the characteristics of financial flows. Such estimates are an integral part of the organizational-economic support of innovation activity in the aerospace industry. They can be compared with the predictions interval, i.e. confidence estimation of predictive values. Half the length of the confidence interval is the prediction error estimate. In this article we give the new method for estimating the errors of the main characteristics of the investment projects. We focus on the net present value called NPV. Our method of estimation of errors is based on the results of statistics interval data, which is an integral part of the system fuzzy interval mathematics. We construct asymptotic theory which corresponds to small deviations of discount coefficients. The error of NPV has been found as the asymptotic notna. With up to infinitesimals of higher orders the error of NPV is a linear function of the maximum possible error of discount coefficients

Ключевые слова: ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ, ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ, ЧИСТАЯ ПРИВЕДЕННАЯ СТОИМОСТЬ, ФИНАНСОВЫЙ ПОТОК, УСТОЙЧИВОСТЬ,

Keywords: INVESTMENT PROJECTS, INTERVAL DATA, NET PRESENT VALUE, CASH FLOWS, STABILITY, STATISTICAL METHODS, SYSTEM FUZZY INTERVAL

1. Введение

Организационно-экономические подходы к оценке реализуемости инновационно-инвестиционных проектов создания изделий ракетно-космической техники [1, 2] предполагают интенсивное использование числовых характеристик финансовых потоков многолетних проектов рассматриваемого типа. В организационно-экономическом обеспечении решения задач управления в аэрокосмической отрасли [3] предусмотрена необходимость получения оценок погрешностей характеристик финансовых потоков. Такие оценки - неотъемлемая часть организационно-экономического обеспечения инновационной деятельности в ракетно-космической отрасли [4]. Их можно сравнить с интервальными прогнозами, т.е. доверительным оцениванием прогнозных значений [5, 6]. Половина длины доверительного интервала - это и есть оценка погрешности прогнозирования [7].

В настоящей статье мы предлагаем метод оценки погрешностей основных характеристик инвестиционных проектов. Основное внимание уделено чистой текущей стоимости NPV , называемой также чистым дисконтированным доходом (ЧДД). Метод оценки погрешностей основан на результатах статистики интервальных данных [8], являющейся неотъемлемой частью системной нечеткой интервальной математики [9, 10].

2. Характеристики финансовых потоков

В основе процесса принятия управленческих решений инвестиционного характера лежит оценка и сравнение объема предполагаемых инвестиций и будущих денежных поступлений. Инвестиционные проекты описываются финансовыми потоками (потоками

платежей и поступлений), т.е. функциями (временными рядами), а сравнивать функции естественно с помощью тех или иных характеристик (критериев).

Критерии (показатели, характеристики финансовых потоков), используемые при анализе инвестиционной деятельности, можно подразделить на две группы в зависимости от того, учитывается или нет временной параметр: а) основанные на дисконтированных оценках; б) основанные на учетных (номинальных) оценках.

К первой группе относятся:

- чистая текущая стоимость (*Net Present Value, NPV*);
- индекс рентабельности инвестиции (*Profitability Index, PI*);
- внутренняя норма доходности (*Internal Rate of Return, IRR*);
- модифицированная внутренняя норма доходности (*Modified Internal Rate of Return, MIRR*);
- дисконтированный срок окупаемости инвестиции (*Discounted Payback Period, DPP*).

Ко второй группе относятся:

- срок окупаемости инвестиции (*Payback Period, PP*);
- коэффициент эффективности инвестиции (*Accounting Rate of Return, ARR*).

Чистая текущая стоимость. Этот критерий основан на сопоставлении величины исходных инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений, генерируемых проектом в течение прогнозируемого срока. Поскольку приток денежных средств распределен во времени, он дисконтируется с помощью коэффициента q . Выбор значения этого коэффициента может осуществляться из различных соображений. Например, он может быть установлен аналитиком (выступающим от имени инвестора), исходя из

ежегодного процента доходности (возврата), который инвестор хочет или может иметь на инвестируемый им капитал.

Допустим, делается прогноз, что исходные инвестиции (IC) будут генерировать в течение n лет годовые доходы в размере P_1, P_2, \dots, P_n . Общая накопленная величина дисконтированных доходов (*Present Value, PV*) и чистая текущая стоимость (*Net Present Value, NPV*) соответственно рассчитываются по формулам:

$$PV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+q)^k}, \quad NPV = PV - IC$$

Здесь q - дисконт-фактор, показывающий уменьшение покупательной способности денежной единицы за единицу времени (об этом понятии см., например, раздел "Дисконт-функция" в [11]).

Обычно полагают, что если $NPV > 0$, то проект целесообразно принять; если $NPV < 0$, то проект целесообразно отвергнуть; при $NPV = 0$ проект не является ни прибыльным, ни убыточным. Дадим экономическую интерпретацию значению критерия NPV с позиции собственников компании. Если $NPV < 0$, то в случае принятия проекта стоимость компании уменьшится, т.е. собственники компании понесут убыток. Если $NPV = 0$, то в случае принятия проекта стоимость компании не изменится, т.е. благосостояние ее собственников останется на прежнем уровне. Если $NPV > 0$, то в случае принятия проекта стоимость компании, следовательно, и благосостояние ее собственников увеличатся.

При прогнозировании доходов по годам необходимо учитывать все виды поступлений как производственного, так и непроизводственного характера, которые могут быть ассоциированы с данным проектом. Так, если по окончании периода реализации проекта планируется поступление средств в виде ликвидационной стоимости оборудования или высвобождения части оборотных средств, они должны быть учтены как доходы соответствующих периодов.

Если проект предполагает не только разовые инвестиции, но и последовательное инвестирование финансовых ресурсов в течение m лет, то формула для расчета NPV модифицируется следующим образом:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+q)^k} - \sum_{j=0}^m \frac{IC_j}{(1+q)^j}$$

где $IC_0 = IC$.

Характеристика финансового потока NPV отражает прогнозную оценку изменения экономического потенциала организации в случае принятия рассматриваемого проекта. Этот показатель аддитивен в пространственно-временном аспекте, т.е. NPV различных проектов можно суммировать. Это важное свойство, выделяющее этот критерий из всех остальных и позволяющее использовать его в качестве основного при анализе оптимальности инвестиционного портфеля.

Не всегда инвестиции сводятся к одномоментному вложению капитала, а возврат происходит равными порциями. Чаще приходится анализировать поток платежей и поступлений общего вида, т.е. последовательность $a(0), a(1), a(2), a(3), \dots, a(t), \dots$, где $a(t)$ - сальдо поступлений и платежей в год t . Выше рассмотрен важный частный случай - поток с одним платежом $a(0) = (-IC)$ и дальнейшими поступлениями $a(1) = P_1, a(2) = P_2, \dots, a(n) = P_n$.

Чистую текущую стоимость (или, как ее иногда называют, дисконтированную прибыль, чистый приведенный доход или эффект, или величину), т.е. разность между дисконтированными доходами и расходами, рассчитывают для потока платежей путем приведения затрат и поступлений к одному моменту времени:

$$NPV = a(0) + a(1)C(1) + a(2)C(2) + a(3)C(3) + \dots + a(t)C(t) + \dots \quad (1),$$

где $C(t)$ - дисконт-функция ([11]). При постоянстве дисконт-фактора во времени дисконт-функция имеет вид $C(t) = C^t$. Если со временем дисконт-

фактор меняется, в первый год равен C_1 , во второй год – C_2 , в третий год – C_3, \dots , в t -ый год – C_t , то в этом общем случае дисконт-функция имеет вид

$$C(t) = C_1 C_2 C_3 \dots C_t. \quad (2)$$

В простейшем случае, когда дисконт-фактор не меняется год от года и имеет вид $C = 1/(1+q)$, где q - коэффициент дисконтирования, формула для чистой текущей стоимости конкретизируется:

$$NPV = NPV(q) = a(0) + a(1)/(1+q) + a(2)/(1+q)^2 + \\ + a(3)/(1+q)^3 + \dots + a(t)/(1+q)^t + \dots(3)$$

Пример 1. Пусть $a(0) = -10$, $a(1) = 3$, $a(2) = 4$, $a(3) = 5$. Пусть $q = 0,12$, тогда значения дисконт-функции таковы: $C(1) = 0,89$, $C(2) = 0,80$, а $C(3) = 0,71$. Тогда согласно формуле (1) $NPV(0,12) = -10 + 3 \times 0,89 + 4 \times 0,80 + 5 \times 0,71 = -10 + 2,67 + 3,20 + 3,55 = -0,58$. Таким образом, этот проект - невыгодный для вложения капитала, поскольку $NPV(0,12)$ отрицательно, в то время как при отсутствии дисконтирования (т.е. при $C = 1$, $q = 0$) вывод иной: $NPV(0) = -10 + 3 + 4 + 5 = 2 > 0$, проект выгоден.

Таким образом, важной проблемой является выбор дисконт-функции. В качестве приближения обычно используют постоянное дисконтирование, хотя экономическая история последних лет показывает, что банки часто меняют проценты платы за депозит, так что формула (2) для дисконт-функции с различными процентами в разные годы более реалистична, чем формула $C(t) = C^t$.

При использовании чистой текущей стоимости значение экономического эффекта во многом определяется выбранным для расчета нормативом (коэффициентом) дисконтирования - показателем, используемого для приведения по фактору времени ожидаемых денежных поступлений и платежей. Выбор численного значения этого показателя зависит от целей инвестирования и условий реализации проекта; уровня инфляции в конкретной национальной экономике; величины

инвестиционного риска; альтернативных возможностей вложения капитала; финансовых и иных соображений и представлений инвестора.

Считается, что для различных классов инвестиций могут выбираться различные значения коэффициента дисконтирования [11]. Например, вложения, связанные с защитой рыночных позиций предприятия, оцениваются по весьма низкому нормативу 6%. Инвестициям в обновление основных фондов соответствует норматив дисконтирования 12%, а вложениям с целью экономии текущих затрат - 15%. Для вложений, нацеленным на увеличение доходов предприятия, используют коэффициент дисконтирования 20%, а для рискованных капиталовложений - 25%. В литературе подчеркивается зависимость коэффициента дисконтирования от степени риска проекта. Для обычных проектов приемлемой считается ставка 16%, для новых проектов на стабильном рынке - 20%, для проектов, базирующихся на новых технологиях, - 24%.

Часто предлагают использовать норму дисконта, равную *приемлемой для инвестора норме дохода на капитал*. Это предложение означает, что экономисты явным образом обращаются к инвестору как к эксперту, который должен назвать им некоторое число исходя из своего опыта и интуиции. Хотя в конечном счете выбор значения дисконта, который играет роль порогового (минимального) значения норматива рентабельности капиталовложений, является прерогативой инвестора, в практике проведения инвестиционных расчетов часто в качестве ориентира используют ставку процента государственных ценных бумаг. Считается, что при этой ставке государство гарантирует хозяйствующим субъектам возврат инвестируемого капитала без какого-либо риска. В российской практике ориентиром является также ставка рефинансирования Центрального банка, определяющая нижнюю границу платы за кредит.

Индекс рентабельности инвестиций. Этот критерий - по сути вариант предыдущего. Индекс рентабельности (PI) рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+q)^k} / IC$$

Если $PI > 1$, то проект целесообразно принять; если $PI < 1$, то проект следует отвергнуть; при $PI = 1$ проект не является ни прибыльным, ни убыточным.

В отличие от чистой текущей стоимости, индекс рентабельности - относительный показатель: он характеризует уровень доходов на единицу затрат, т.е. эффективность вложений — чем больше значение этого показателя, тем выше отдача каждого рубля, инвестированного в данный проект. Благодаря этому критерий PI очень удобен при выборе одного проекта из ряда альтернативных, имеющих примерно одинаковые значения NPV . Если два проекта имеют одинаковые значения NPV , но разные объемы требуемых инвестиций, то выгоднее тот из них, который обеспечивает большую эффективность (рентабельность) вложений.

Прибыль и рентабельность - два принципиально разных критерия. Максимизация по ним весьма часто приводит к разным результатам. Рентабельность - это частное от деления прибыли на расходы (инвестиции). Обозначим доходы как D , расходы как P , тогда прибыль $\Pi = D - P$, а рентабельность $Pe = D/P - 1$. Другими словами, рентабельность - это относительная прибыль, она показывает, какой доход приносит 1 руб. вложений. В отличие от прибыли, рентабельность зачастую выше для небольших проектов, как правило, использующих побочные результаты реализации крупных проектов. Например, организация розничной торговли среди строителей ГЭС опирается на использование дорог и наличие потребительского спроса. И то, и другое - результаты реализации проекта строительства ГЭС. Однако рентабельность торгового проекта,

очевидно, во много раз выше рентабельности строительства ГЭС, что должно учитываться при налогообложении.

Под внутренней нормой доходности инвестиций (обозначается *IRR* – от *Internal Rate of Return*, синонимы: внутренняя норма прибыли, внутренняя норма окупаемости) понимают значение коэффициента дисконтирования q , при котором *NPV* проекта равна нулю:

$$IRR = q, \text{ при котором } NPV(q) = 0.$$

Иными словами, если обозначить $IC = CF_0$ и CF_k – элемент финансового потока проекта, соответствующий k -му моменту времени, то *IRR* находится из уравнения:

$$\sum_{k=0}^n \frac{CF_k}{(1+IRR)^k} = 0.$$

Смысл расчета внутренней нормы доходности при анализе эффективности планируемых инвестиций, как правило, в следующем: *IRR* показывает верхнюю границу зоны ожидаемой доходности проекта, и, следовательно, максимально допустимый относительный уровень расходов. Например, если проект полностью финансируется за счёт ссуды коммерческого банка, то значение *IRR* показывает верхнюю границу допустимого уровня банковской процентной ставки, превышение которого делает проект убыточным.

На практике любая организация финансирует свою деятельность, в том числе и инвестиционную, из различных источников. В качестве платы за пользование авансированными в деятельность организации финансовыми ресурсами она уплачивает проценты, дивиденды, вознаграждения и т.п., иными словами, несет некоторые обоснованные расходы на поддержание экономического потенциала. Показатель, характеризующий уровень этих расходов относительно долгосрочных источников средств, называется *средневзвешенной ценой капитала (WACC – Weight Average Cost of Capital)*. Этот показатель отражает сложившийся в

организации минимум возврата на вложенный в ее деятельность капитал, его рентабельность, и рассчитывается по формуле средней арифметической взвешенной.

Таким образом, экономический смысл критерия *IRR* в следующем: организации выгодно принимать любые решения инвестиционного характера, внутренние нормы доходности которых не больше текущего значения показателя «цена капитала» *CC*. Под показателем *CC* понимается либо *WACC*, если источник средств точно не идентифицирован, либо цена целевого источника, если таковой имеется. Именно с показателем *CC* сравнивается критерий *IRR*, рассчитанный для конкретного проекта, при этом связь между ними такова.

Если $IRR > CC$, проект целесообразно принять; если $IRR < CC$, проект следует отвергнуть; при $IRR = CC$ проект не является ни прибыльным, ни убыточным.

Независимо от того, с чем сравнивается *IRR*, очевидно одно: проект принимается, если его *IRR* больше некоторой пороговой величины; поэтому при прочих равных условиях, как правило, большее значение *IRR* считается предпочтительным.

Итак, неопределенности, связанной с произволом в выборе нормы дисконта инвестором, можно избежать, рассчитав внутреннюю норму доходности *IRR*. Ожидается, что при меньшем значении дисконт-фактора прибыль положительна, а при большем - отрицательна. К сожалению, такая интерпретация не всегда допустима, поскольку для некоторой совокупности потоков платежей чистая текущая стоимость равна 0 не для одного значения дисконт-фактора, а для многих (см. об этом, например, монографии [12, 13]). Однако традиционная интерпретация корректна в подавляющем большинстве реальных ситуаций, в частности, если платежи всегда предшествуют поступлениям. Поэтому многие экономисты считают

наиболее целесообразным использование внутренней нормы доходности как основной характеристики при сравнении потоков платежей.

Срок окупаемости инвестиций. Этот критерий - один из самых простых и широко распространенных в мировой учетно-аналитической практике - не предполагает учета временной упорядоченности денежных поступлений. Алгоритм расчета срока окупаемости (*PP*) зависит от равномерности распределения прогнозируемых доходов от инвестиций. Если доход распределен по годам равномерно, то срок окупаемости рассчитывается делением единовременных затрат на величину годового дохода, обусловленного ими. При получении дробного числа оно обычно округляется в сторону увеличения до ближайшего целого. Если прибыль распределена неравномерно, то срок окупаемости рассчитывается прямым подсчетом числа лет, в течение которых инвестиция будет погашена кумулятивным доходом. Общая формула расчета показателя *PP* имеет вид: $PP = \min n$, при котором

$$\sum_{k=1}^n P_k \geq IC$$

Нередко показатель *PP* рассчитывается более точно, т.е. рассматривается и дробная часть года; при этом делается предположение, что денежные потоки распределены равномерно в течение каждого года.

Многие специалисты при расчете срока окупаемости инвестиций все же рекомендуют учитывать временной аспект. В этом случае в расчет принимаются денежные потоки, дисконтированные по показателю $q = WACC$, а соответствующая формула для расчета дисконтированного срока окупаемости, *DPP*, имеет вид: $DPP = \min n$, при котором

$$\sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+q)^k} \geq IC$$

Очевидно, что в случае дисконтирования срок окупаемости увеличивается, т.е. всегда $DPP > PP$. Иными словами, проект, приемлемый по критерию

PP , может оказаться неприемлемым по критерию DPP . Показатель PP соответствует случаю, когда $q = 0$.

Итак, срок окупаемости - тот срок, за который доходы покроют расходы. Предполагается, что после этого инвестиционный проект приносит только прибыль. Очевидно, это верно не для всех проектов. Потому понятие «срок окупаемости» применяют прежде всего к тем проектам, в которых за единовременным вложением средств следует ежегодное получение прибыли.

Пример 2. Рассмотрим финансовый поток с одним платежом $a(0) = (-A)$ и дальнейшими поступлениями $a(1) = a(2) = a(3) = \dots = a(t) = \dots = B$. Простейший (и наименее обоснованный) способ расчета срока окупаемости состоит в делении объема вложений A на ожидаемый ежегодный доход B . Тогда срок окупаемости PP равен A/B .

Этот способ не учитывает дисконтирование. К чему приведет введение в расчет дисконт-фактора? Пусть, как и ранее, объем единовременных вложений равен A , причем начиная с конца первого года проект дает доход B ежегодно (точнее, доход поступает порциями, равными B , с момента, наступающего через год после вложения, и далее с интервалом в год). Если дисконт-фактор равен C , то максимально возможный суммарный доход равен

$$BC + BC^2 + BC^3 + BC^4 + BC^5 + \dots = BC(1 + C + C^2 + C^3 + C^4 + \dots)$$

В скобках стоит сумма бесконечной геометрической прогрессии, равная, как известно, величине $1/(1 - C)$. Следовательно, максимально возможный суммарный доход от первого года после вложения до скончания мира равен $BC/(1 - C)$.

Отсюда следует: если A/B меньше $C/(1 - C)$, можно указать (рассчитать) срок окупаемости проекта, но он будет больше, иногда существенно больше, чем A/B . Если же A/B больше или равно $C/(1 - C)$, то

проект не окупится никогда. Если максимально возможное значение C есть 0,89, то проект не окупится никогда, если A/B не меньше $0,89 / 0,11 = 8,09$.

Пример 3. Пусть вложения равны 1 млн. руб., ежегодная прибыль составляет 500 тыс., т.е. $A/B = 2$. Пусть дисконт-фактор $C = 0,8$. Каков срок окупаемости? При примитивном подходе (соответствующем $C = 1$) он равен 2 годам. А при учете дисконтирования?

За k лет будет возвращено

$$BC(1 + C + C^2 + C^3 + C^4 + \dots + C^k) = BC(1 - C^{k+1}) / (1 - C),$$

согласно известной формуле для суммы конечной геометрической прогрессии. Для срока окупаемости получаем уравнение

$$1 = 0,5 \times 0,8(1 - 0,8^{k+1}) / (1 - 0,8), \quad (4)$$

откуда $0,5 = (1 - 0,8^{k+1})$, или $0,8^{k+1} = 0,5$.

Прологарифмируем обе части последнего уравнения:

$$(k+1) \ln 0,8 = \ln 0,5,$$

откуда

$$(k+1) = \ln 0,5 / \ln 0,8 = (-0,693) / (-0,223) = 3,11, \quad k = 2,11.$$

Срок окупаемости оказался в данном примере 2,11 лет, т.е. увеличился примерно на 4 недели. Это немного. Однако если $B = 0,2$, то вместо (4) мы имеем

$$1 = 0,2 \times 0,8(1 - 0,8^{k+1}) / (1 - 0,8),$$

Это уравнение не имеет решения, поскольку

$$A/B = 5 > C/(1-C) = 0,8 / (1 - 0,8) = 4,$$

проект не окупится никогда. Окупаемости можно ожидать лишь в случае $A/B < 4$.

Рассмотрим и промежуточный случай, $B = 0,33$, с «примитивным» сроком окупаемости 3 года. Тогда вместо (4) имеем уравнение

$$1 = 0,33 \times 0,8(1 - 0,8^{k+1}) / (1 - 0,8), \quad (5)$$

откуда $0,76 = (1 - 0,8^{k+1})$, или $0,8^{k+1} = 0,24$. Прологарифмируем обе части последнего уравнения: $(k+1) \ln 0,8 = \ln 0,24$, откуда

$$(k+1) = \ln 0,24 / \ln 0,8 = (- 1.427) / (- 0,223) = 6,40, k = 5,40.$$

Итак, реальный срок окупаемости - не три года, а согласно уравнению (5) чуть менее пяти с половиной лет.

Если вложения делаются не одновременно или доходы поступают по иной схеме, расчеты усложняются, но суть дела остается той же.

Таким образом, срок окупаемости зависит от неизвестного дисконт-фактора C или даже от неизвестной дисконт-функции - ибо какие у нас основания считать будущую дисконт-функцию постоянной? Иногда (в том числе в официальных изданиях [14]) рекомендуется использовать норму дисконта (дисконт-фактор), соответствующую ПРИЕМЛЕМОЙ для инвестора норме дохода на капитал. Мы не знаем заранее, какую норму дисконта тот или иной инвестор сочтет приемлемой. Однако ясно, что она зависит от ситуации в экономике в целом. То, что представляется выгодным сегодня, может оказаться невыгодным завтра, или наоборот. Тем самым решение перекладывается на инвестора, который фактически выступает в роли эксперта по выбору нормы дисконта.

Коэффициент эффективности инвестиций. Этот критерий имеет две характерные черты: он не предполагает дисконтирования показателей дохода; доход характеризуется показателем чистой прибыли PN (прибыль за минусом отчислений в бюджет). Алгоритм расчета исключительно прост, что и предопределяет широкое использование этого показателя на практике.

Коэффициент эффективности инвестиции, называемый также *учетной нормой прибыли (ARR)*, рассчитывается делением среднегодовой прибыли PN на среднюю величину инвестиций (коэффициент берется в процентах). Средняя величина инвестиций находится делением исходной суммы капитальных вложений на два, если предполагается, что по истечении срока реализации анализируемого проекта все капитальные затраты будут списаны. Если допускается наличие остаточной или

ликвидационной стоимости (RV), ее оценка должна быть учтена в расчетах. Иными словами, существуют различные алгоритмы исчисления показателя ARR . Достаточно распространенным является следующий:

$$ARR = \frac{PN}{(IC + RV)/2}.$$

Данный показатель чаще всего сравнивается с коэффициентом рентабельности авансированного капитала, рассчитываемого делением общей чистой прибыли организации на общую сумму средств, авансированных в ее деятельность (итог среднего баланса-нетто).

Метод, основанный на коэффициенте эффективности инвестиции, также имеет существенные недостатки, обусловленные в основном тем, что он не учитывает временной компоненты денежных потоков. В частности, метод не делает различия между проектами с одинаковой суммой среднегодовой прибыли, но варьирующей суммой прибыли по годам, а также между проектами, имеющими одинаковую среднегодовую прибыль, но генерируемую в течение различного количества лет, и т.п.

Критерии (показатели, характеристики финансовых потоков) используются для оценки и сравнения инвестиционных проектов, выбора из них наиболее предпочтительных для инвестора. Поскольку рассмотренные показатели (критерии, характеристики финансовых потоков) относятся к различным моментам времени, ключевой проблемой здесь является их сопоставимость между собой. Относиться к результатам сопоставления тех или иных критериев можно по-разному в зависимости от существующих объективных и субъективных условий: темпа инфляции, размера инвестиций и генерируемых поступлений, горизонта прогнозирования, уровня квалификации аналитика и т.п.

В наиболее фундаментальной монографии по оценке эффективности инвестиционных проектов [15] содержится более подробная информация

по рассматриваемой тематике. Тридцать три распространенных заблуждения в проектном анализе проанализированы в [16].

3. Статистика интервальных данных и оценки погрешностей характеристик финансовых потоков инвестиционных проектов

Погрешности экономических измерений. Любое инженерное измерение проводится с некоторой погрешностью. Эту погрешность обычно приводят в документации (техническом паспорте средства измерения) и учитывают при принятии решений. Ясно, что и любое экономическое измерение также проводится с погрешностью. А вот какова она? Необходимо уметь ее оценивать, поскольку ошибки при принятии экономических решений обходятся дорого.

Например, чистая текущая стоимость, срок окупаемости и сам вывод о прибыльности проекта зависят от неизвестного дисконт-фактора C или даже от неизвестной дисконт-функции - ибо какие у нас основания считать будущую дисконт-функцию постоянной? Экономическая история России последних лет показывает, что банки часто меняют проценты выплат за депозит и проценты платы за кредит.

Количественная оценка финансовых потоков инвестиционных проектов, в частности, денежных поступлений и платежей, - сложная задача, поскольку на каждый из них влияет множество разнообразных факторов, а сами оценки охватывают достаточно длительный промежуток времени. В частности, важно учитывать следующие характеристики инвестиционного проекта: возможные колебания рыночного спроса на продукцию; ожидаемые колебания цен на потребляемые ресурсы и производимую продукцию; возможное появление на рынке товаров-конкурентов; планируемое снижение производственно-сбытовых издержек по мере освоения новой продукции и наращивания объемов производства; влияние инфляции на покупательную способность потребителей,

соответственно, на объемы продаж. Поэтому такие оценки базируются на прогнозах внутренней и внешней среды предприятия. Использование прогнозных оценок всегда связано с риском, возрастающим при увеличении масштаба проекта и длительности инвестиционного периода.

Оценка финансовых потоков инвестиционных проектов связана также с анализом источников финансирования. Причем для целей проводимого анализа особое внимание уделяется внешним источникам, в частности, акционерному капиталу и планируемым затратам по обслуживанию привлеченного капитала: размерам дивидендов, периодичности их выплат и т.п.

Оценка погрешности NPV. В качестве примера рассмотрим исследование чистой текущей стоимости NPV на устойчивость (чувствительность) к малым отклонениям значений дисконт-функции. Для этого надо найти максимально возможное отклонение NPV при допустимых отклонениях значений дисконт-функции. Рассмотрим пример - инвестиционный проект с финансовым потоком из четырех элементов:

$$NPV = NPV(a(0), a(1), C(1), a(2), C(2), a(3), C(3)) = \\ = a(0) + a(1)C(1) + a(2)C(2) + a(3)C(3).$$

Предположим, изучается устойчивость (чувствительность) для ранее значений $a(0) = -10$, $a(1) = 3$, $a(2) = 4$, $a(3) = 5$, $C(1) = 0,89$, $C(2) = 0,80$, $C(3) = 0,71$. Пусть максимально возможные отклонения $C(1)$, $C(2)$, $C(3)$ равны $\pm 0,05$. Тогда максимум значений NPV равен

$$NPV_{\max} = -10 + 3 \times 0,94 + 4 \times 0,85 + 5 \times 0,76 = -10 + 2,82 + 3,40 + 3,80 = 0,02,$$

в то время как минимум значений NPV есть

$$NPV_{\min} = -10 + 3 \times 0,84 + 4 \times 0,75 + 5 \times 0,66 = -10 + 2,52 + 3,00 + 3,30 = -1,18.$$

Для NPV получаем интервал от $(-1,18)$ до $(+0,02)$. Его длина достаточно велика. В нем есть и положительные, и отрицательные значения. Так что не удастся сделать однозначного заключения - будет проект убыточным или выгодным. Для принятия решения не обойтись без экспертов.

Есть много подходов к изучению чувствительности экономических величин и основанных на них выводах, которые нет возможности рассмотреть здесь (см. монографию [17] и статью [18]). Обратите, например, внимание на то, что величины $a(0)$, $a(1)$, $a(2)$, $a(3)$ в только что рассмотренном примере изучения чувствительности считались постоянными. А ведь это - упрощение ситуации, трудно предсказать на три года вперед возможность выполнения обязательств.

Что с точки зрения экономической теории означает приравнение дисконт-функции константе? В [11, гл. 1.4] показано, что необходимым и достаточным условием, выделяющим модели с постоянным дисконтированием среди всех моделей динамического программирования, является устойчивость результатов сравнения планов на 1 и 2 шага. Следовательно, модели с постоянным дисконтированием игнорируют изменение предпочтений людей, научно-технический прогресс, вообще любые изменения в экономике, вызванные СТЭЭП-факторами, а потому не могут быть полностью адекватны реальности.

Чистая текущая стоимость, очевидно, зависит от общего объема платежей. Как правило, чем проект крупнее, тем эта характеристика проекта больше по абсолютной величине. При этом при одних значениях нормы дисконта она может быть положительной, а при других - отрицательной. Для иных характеристик, например, внутренней нормы доходности, выводы аналогичны. Дополнительные проблемы вносит неопределенность горизонта планирования, а также неопределенность будущей инфляции. Если считать, что финансовый поток должен учитывать инфляцию, то это означает, что до принятия решений об инвестициях необходимо на годы вперед спрогнозировать рост цен, а это до сих пор еще не удавалось ни одной государственной или частной исследовательской структуре. Если же рост цен не учитывать, то отдаленные во времени доходы могут «растаять» в огне инфляции. На

практике риски учитывают, увеличивая q на десяток-другой процентов.

Погрешность NPV. В настоящее время широко используются различные теоретические подходы к сравнению инвестиционных проектов и облегчающие расчеты компьютерные системы, в частности, Project Expert, COMFAR, PROPSIN, Альт-Инвест, ТЭО-ИНВЕСТ. Однако ряд важных моментов в них не учтен. Предлагаем включить в подобные программные продукты расчет погрешностей NPV и других характеристик инвестиционных проектов на основе идей статистики интервальных данных [8] и системной нечеткой интервальной математики [9, 10].

Будем исходить из формул (1) и (3). Найдем погрешность чистой текущей стоимости NPV . Будем исходить из формул (1) - (3). Естественно принять, что дисконт-фактор $C(t)$ зависит от года t , причем

$$C(t) = \frac{1}{1 + q_t},$$

где q_t - коэффициент дисконтирования в год t . Тогда согласно формулам (1) и (2) чистой текущей стоимости NPV имеет вид:

$$NPV = NPV(q_1, q_2, \dots, q_t, \dots, q_n) = a(0) + \frac{a(1)}{(1 + q_1)} + \frac{a(2)}{(1 + q_1)(1 + q_2)} + \dots + \frac{a(t)}{(1 + q_1)(1 + q_2) \dots (1 + q_t)} + \dots + \frac{a(n)}{(1 + q_1)(1 + q_2) \dots (1 + q_t) \dots (1 + q_n)},$$

где n - горизонт (интервал) планирования. В случае совпадения всех коэффициентов дисконтирования $NPV = NPV(q, q, \dots, q)$.

Для расчета погрешности NPV примем, что все коэффициенты дисконтирования q_t мало отличаются от некоторого значения q . Точнее, будем считать заданной максимально возможную абсолютную погрешность коэффициента дисконтирования:

$$|q_i| \leq \Delta, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

Здесь $\Delta = \Delta q$ - погрешность коэффициентов дисконтирования.

Необходимо найти погрешность ΔNPV чистой текущей стоимости NPV . В соответствии с подходом статистики интервальных данных [8] и

системной нечеткой интервальной математики [9, 10] погрешность ΔNPV - это *нотна* чистой текущей стоимости NPV , которую находят при решении задачи оптимизации

$$\Delta NPV = N_{NPV}(q, q, \dots, q) = \sup_{\{q_1, q_2, \dots, q_n\}} |NPV(q_1, q_2, \dots, q_n) - NPV(q, q, \dots, q)|$$

при ограничениях (6).

При малых $\Delta = \Delta q$ (точнее, при $\Delta \rightarrow 0$) согласно результатам [8 - 10] можно заменить нотну на асимптотическую нотну (с точностью до бесконечно малых более высокого порядка)

$$\Delta NPV = AN_{NPV}(q, q, \dots, q) = \left(\sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial NPV}{\partial q_i}(q, q, \dots, q) \right| \right) \Delta. \quad (7)$$

Таким образом, вычисление погрешности ΔNPV чистой текущей стоимости NPV сводится к вычислению частных производных NPV .

Перейдем к вычислению частных производных. Поскольку

$$\frac{d}{dq} \left(\frac{1}{1+q} \right) = -\frac{1}{(1+q)^2},$$

то

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_1} = -\frac{a(1)}{(1+q_1)^2} - \frac{a(2)}{(1+q_1)^2(1+q_2)} - \frac{a(3)}{(1+q_1)^2(1+q_2)(1+q_3)} - \dots - \frac{a(t)}{(1+q_1)^2(1+q_2)(1+q_3)\dots(1+q_t)} - \dots - \frac{a(n)}{(1+q_1)^2(1+q_2)(1+q_3)\dots(1+q_t)\dots(1+q_n)}$$

Согласно формуле (7) частные производные следует брать в точке (q, q, \dots, q) , т.е. в полученной формуле следует положить $q_1 = q_2 = \dots = q_n = q$.

Сделав замену, имеем

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_1} = -\frac{a(1)}{(1+q)^2} - \frac{a(2)}{(1+q)^3} - \frac{a(3)}{(1+q)^4} - \dots - \frac{a(t)}{(1+q)^{t+1}} - \dots - \frac{a(n)}{(1+q)^{n+1}}.$$

Вынесем общий множитель за скобки, получим

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_1} = -\frac{1}{1+q} \left(\frac{a(1)}{(1+q)} + \frac{a(2)}{(1+q)^2} + \frac{a(3)}{(1+q)^3} + \dots + \frac{a(t)}{(1+q)^t} + \dots + \frac{a(n)}{(1+q)^n} \right). \quad (8)$$

Выражение в скобках - это NPV без первого члена $a(0)$, т.е.

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_1} = -\frac{1}{1+q} (NPV(q, q, \dots, q) - a(0)).$$

Вычислим частную производную по переменной q_2 . Имеем

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_2} = -\frac{a(2)}{(1+q_1)(1+q_2)^2} - \frac{a(3)}{(1+q_1)(1+q_2)^2(1+q_3)} - \dots - \frac{a(t)}{(1+q_1)(1+q_2)^2(1+q_3)\dots(1+q_t)} - \dots - \frac{a(n)}{(1+q_1)(1+q_2)^2(1+q_3)\dots(1+q_t)\dots(1+q_n)}$$

Положим $q_1 = q_2 = \dots = q_n = q$. Сделав замену, имеем

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_2} = -\frac{a(2)}{(1+q)^3} - \frac{a(3)}{(1+q)^4} - \dots - \frac{a(t)}{(1+q)^{t+1}} - \dots - \frac{a(n)}{(1+q)^{n+1}}.$$

Вынесем общий множитель за скобки, получим

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_2} = -\frac{1}{1+q} \left(\frac{a(2)}{(1+q)^2} + \frac{a(3)}{(1+q)^3} + \dots + \frac{a(t)}{(1+q)^t} + \dots + \frac{a(n)}{(1+q)^n} \right).$$

Выражение в скобках - это NPV без первых двух членов, т.е.

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_2} = -\frac{1}{1+q} \left(NPV(q, q, \dots, q) - a(0) - \frac{a(1)}{1+q} \right).$$

Результаты дальнейших дифференцирований очевидны. При каждом следующем дифференцировании в выражении типа (8) в скобках исчезает очередное слагаемое чистой текущей стоимости NPV . Имеем

$$\begin{aligned} \frac{\partial NPV}{\partial q_t} &= -\frac{1}{1+q} \left(\frac{a(t)}{(1+q)^t} + \dots + \frac{a(n)}{(1+q)^n} \right) = \\ &= -\frac{1}{1+q} \left(NPV(q, q, \dots, q) - a(0) - \frac{a(1)}{1+q} - \dots - \frac{a(t-1)}{(1+q)^{t-1}} \right). \end{aligned} \quad (9)$$

Наконец,

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_n} = -\frac{1}{1+q} \frac{a(n)}{(1+q)^n}. \quad (10)$$

Таким образом, для расчета частных производных достаточно использовать слагаемые чистой текущей стоимости NPV . Алгоритм расчета ясен из приведенных выше рассуждений.

Согласно (7) зависимость погрешности ΔNPV чистой текущей стоимости NPV от погрешности $\Delta = \Delta q$ коэффициентов дисконтирования

является линейной. Естественно изучить несколько значений $\Delta = \Delta q$, например, 0,01; 0,02; 0,05, малых по сравнению с рассматриваемым значением q , например, $q = 0,2$.

Пример 4. Рассмотрим финансовые показатели бизнес-плана инвестиционного проекта модернизации промышленной свинофермы с замкнутым циклом производства. Коэффициент дисконтирования $q = 10\%$ (т.е. 0,1). Горизонт планирования - 4 года. Приведенные в табл.1 финансовые показатели проекта предоставлены проф., к.э.н. Д.С. Алексановым (Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева).

Таблица 1. Финансовые показатели проекта, тыс. руб.

Показатели	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год
Выручка от реализации продукции	0	60881	139866	140330
Всего затрат	83893	57975	51984	51984
Сальдо поступлений и затрат	-83893	2906	87882	88346
Слагаемые <i>NPV</i>	-76267	2402	66027	60342

Вычислим чистую текущую стоимость

$$NPV = -76267 + 2402 + 66027 + 60342 = 52504.$$

В соответствии с формулой (10) получаем

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_4} = -\frac{1}{1+0,1} \times 60342 = -54856,36.$$

Согласно формуле (9)

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_3} = -\frac{1}{1+0,1} (66027 + 60342) = -\frac{1}{1+0,1} \times 126369 = -114880,91.$$

Пользуясь формулой (9), получаем последовательно

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_2} = -\frac{1}{1+0,1} (2402 + 126369) = -\frac{1}{1+0,1} \times 128771 = -117074,55,$$

$$\frac{\partial NPV}{\partial q_1} = -\frac{1}{1+0,1}(-76267+128771) = -\frac{1}{1+0,1} \times 52504 = -47730,91.$$

Следовательно,

$$\sum_{i=1}^4 \left| \frac{\partial NPV}{\partial q_i} (q, q, q, q) \right| = 47730,91 + 117074,55 + 114880,91 + 54856,36 = 334542,73.$$

Таким образом,

$$NPV \pm \Delta NPV = 52504 \pm 334542,73 \Delta. \quad (11)$$

Отметим, что количество значащих цифр в полученных результатах расчетов создает иллюзию точности. На самом деле точность исходных данных явно преувеличена. Однако они получены путем составления и анализа различных смет на основе первичных бухгалтерских документов, поэтому правка данных табл.1 (с целью перехода к данным с 2 - 3 значащими цифрами), очевидно, вызовет противодействие разработчиков бизнес-плана. Однако результаты аналитических расчетов (11) несомненно требуют правки с целью избавления от излишнего числа значащих цифр. Изменим единицу измерения (от тыс. руб. перейдем к млн. руб.) и оставим 3 значащих цифры, получим:

$$NPV \pm \Delta NPV = 52,5 \pm 334 \Delta. \quad (12)$$

Согласно (12) рассчитаем погрешность ΔNPV , минимальное значение $NPV_{min} = NPV - \Delta NPV$ и максимальное значение $NPV_{max} = NPV + \Delta NPV$ чистой текущей стоимости NPV в зависимости от погрешности $\Delta = \Delta q$ коэффициентов дисконтирования. Результаты расчетов приведены в табл.2. Поскольку методика расчетов разработана в предположении малости $\Delta = \Delta q$ (точнее, формулы являются асимптотическими при $\Delta \rightarrow 0$, т.е. погрешность $\Delta = \Delta q$ должна быть много меньше коэффициента дисконтирования q), то степень обоснованности результатов расчетов убывает при роста $\Delta = \Delta q$. Возможность применения асимптотических формул и их точность требуют углубленного изучения в дальнейших исследованиях.

Таблица 2. Погрешности NPV и интервалы для NPV , млн. руб.

Погрешность $\Delta = \Delta q$ коэффициентов дисконтирования	Погрешность ΔNPV чистой текущей стоимости NPV	Минимальное значение NPV_{min} чистой текущей стоимости NPV	Максимальное значение NPV_{max} чистой текущей стоимости NPV
0,01	3,34	49,1	55,8
0,02	6,68	45,8	59,2
0,05	16,7	35,8	69,2
0,1	33,4	19,1	85,9

Итак, в настоящей статье построена асимптотическая теория устойчивости чистой текущей стоимости к изменению коэффициентов дисконтирования. Аналогичные теории для других показателей эффективности инвестиционных проектов, рассмотренных в первом разделе статьи, должны быть разработаны в дальнейших исследованиях.

Автор искренне благодарен проф., к.э.н. Д.С. Александру (Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева) за предоставление данных по реальному инвестиционному проекту и магистранту МФТИ К.Ж. Тулегену за помощь при подготовке статьи.

Литература

1. Волков В.А. Организационно-экономические подходы к оценке реализуемости инновационно-инвестиционных проектов / В.А. Волков, А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). С. 181 – 202. – IDA [article ID]: 0971403013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/13.pdf>
2. Требования и оценка реализуемости проектов создания изделий ракетно-космической техники / В.А. Волков, Г.О. Баев, А.И. Орлов, С.Г. Фалько // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 124 – 136. – IDA [article ID]: 0991405008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/08.pdf>

3. Орлов А.И. О подходах к разработке организационно-экономического обеспечения решения задач управления в аэрокосмической отрасли / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 73 – 100. – IDA [article ID]: 0991405005. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/05.pdf>
4. Орлов А.И. Организационно-экономическое обеспечение инновационной деятельности в ракетно-космической отрасли / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №08(102). С. 112 – 143. – IDA [article ID]: 1021408005. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/05.pdf>
5. Муравьева В.С., Орлов А.И. Организационно-экономические проблемы прогнозирования на промышленном предприятии / Управление большими системами. Выпуск 17. М.: ИПУ РАН, 2007. С.143-158.
6. Лындина М.И. Методы прогнозирования для ракетно-космической промышленности / М.И. Лындина, А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №09(103). С. 196 – 221. – IDA [article ID]: 1031409013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/13.pdf>
7. Орлов А.И. Восстановление зависимости методом наименьших квадратов на основе непараметрической модели с периодической составляющей / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 189 – 218. – IDA [article ID]: 0911307013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/13.pdf>
8. Орлов А.И. Основные идеи статистики интервальных данных / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №10(094). С. 867 – 892. – IDA [article ID]: 0941310060. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/60.pdf>
9. Орлов А.И. Системная нечеткая интервальная математика (СНИМ) – перспективное направление теоретической и вычислительной математики / А.И. Орлов, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 255 – 308. – IDA [article ID]: 0911307015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf>
10. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.
11. Орлов А.И. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. - 475 с.
12. Четыркин Е.М. Методы финансовых и коммерческих расчетов. - М.: «Дело Лтд», 1995. – 437 с.
13. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. - М.: Финансы и статистика, 1998. – 144 с.
14. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. Официальное издание. - М.: Минэкономики РФ, 1994. – 80 с.

15. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Дело, 2008. — 1104 с.
16. Лившиц В.Н. Системный анализ рыночного реформирования нестационарной экономики России: 1992 - 2013. - М.: ЛЕНАНД, 2013. - 640 с.
17. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. - М.: Наука, 1979. - 296 с.
18. Орлов А.И. Новый подход к изучению устойчивости выводов в математических моделях / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 1 – 30. – IDA [article ID]: 1001406001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/01.pdf>

References

1. Volkov V.A. Organizacionno-jekonomicheskie podhody k ocenke realizuemosti innovacionno-investicionnyh proektov / V.A. Volkov, A.I. Orlov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №03(097). S. 181 – 202. – IDA [article ID]: 0971403013. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/13.pdf>
2. Trebovanija i oценка realizuemosti proektov sozdaniya izdelij raketno-kosmicheskoy tehniki / V.A. Volkov, G.O. Baev, A.I. Orlov, S.G. Fal'ko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №05(099). S. 124 – 136. – IDA [article ID]: 0991405008. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/08.pdf>
3. Orlov A.I. O podhodah k razrabotke organizacionno-jekonomicheskogo obespechenija reshenija zadach upravlenija v ajerokosmicheskoy otrasli / A.I. Orlov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №05(099). S. 73 – 100. – IDA [article ID]: 0991405005. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/05.pdf>
4. Orlov A.I. Organizacionno-jekonomicheskoe obespechenie innovacionnoj dejatel'nosti v raketno-kosmicheskoy otrasli / A.I. Orlov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №08(102). S. 112 – 143. – IDA [article ID]: 1021408005. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/05.pdf>
5. Murav'eva V.S., Orlov A.I. Organizacionno-jekonomicheskie problemy prognozirovaniya na promyshlennom predpriyatii / Upravlenie bol'shimi sistemami. Vypusk 17. M.: IPU RAN, 2007. S.143-158.
6. Lyndina M.I. Metody prognozirovaniya dlja raketno-kosmicheskoy promyshlennosti / M.I. Lyndina, A.I. Orlov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №09(103). S. 196 – 221. – IDA [article ID]: 1031409013. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/13.pdf>
7. Orlov A.I. Vosstanovlenie zavisimosti metodom naimen'shih kvadratov na osnove neparametricheskoy modeli s periodicheskoy sostavljajushhej / A.I. Orlov //

Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №07(091). S. 189 – 218. – IDA [article ID]: 0911307013. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/13.pdf>

8. Orlov A.I. Osnovnye idei statistiki interval'nyh dannyh / A.I. Orlov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №10(094). S. 867 – 892. – IDA [article ID]: 0941310060. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/60.pdf>

9. Orlov A.I. Sistemnaja nechetskaja interval'naja matematika (SNIM) – perspektivnoe napravlenie teoreticheskoy i vychislitel'noj matematiki / A.I. Orlov, E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №07(091). S. 255 – 308. – IDA [article ID]: 0911307015. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf>

10. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaja nechetskaja interval'naja matematika. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s.

11. Orlov A.I. Menedzhment: organizacionno-jekonomicheskoe modelirovanie. – Rostov-na-Donu: Feniks, 2009. – 475 s.

12. Chetyrkin E.M. Metody finansovyh i kommercheskih raschetov. – M.: «Delo Ltd», 1995. – 437 s.

13. Kovalev V.V. Metody ocenki investicionnyh proektov. – M.: Finansy i statistika, 1998. – 144 s.

14. Metodicheskie rekomendacii po ocenke jeffektivnosti investicionnyh proektov i ih otboru dlja finansirovanija. Oficial'noe izdanie. – M.: Minjekonomiki RF, 1994. – 80 s.

15. Vilenskij P.L., Livshic V.N., Smoljak S.A. Ocenka jeffektivnosti investicionnyh proektov. Teorija i praktika. 4-e izd., pererab. i dop. — M.: Delo, 2008. — 1104 s.

16. Livshic V.N. Sistemnyj analiz rynochnogo reformirovanija nestacionarnoj jekonomiki Rossii: 1992 - 2013. – M.: LENAND, 2013. – 640 s.

17. Orlov A.I. Ustojchivost' v social'no-jekonomicheskikh modeljah. – M.: Nauka, 1979. – 296 s.

18. Orlov A.I. Novyj podhod k izucheniju ustojchivosti vyvodov v matematicheskikh modeljah / A.I. Orlov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №06(100). S. 1 – 30. – IDA [article ID]: 1001406001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/01.pdf>