

УДК 303.732.4 : 519.2

UDC 303.732.4 : 519.2

08.00.13 Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки)

08.00.13 Mathematical and instrumental methods of Economics

В КАКИХ СЛУЧАЯХ МОЖНО ДАТЬ ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ОЦЕНКУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА?**IN WHAT CASES IS IT POSSIBLE TO GIVE AN ECONOMIC ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF THE INVESTMENT PROJECT?**

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

Orlov Alexander Ivanovich
Dr.Sci.Econ., Dr.Sci.Tech., Cand.Phys-Math.Sci.,
professor
RSCI SPIN-code: 4342-4994
prof-orlov@mail.ru

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

В практике управления экономическими системами часто необходимо принять решение о том, надо ли разворачивать выполнение того или иного проекта. В теории менеджмента установлено, что решение должно быть принято на основе соответствующих проекту значений пяти групп факторов - социальных, технологических, экономических, экологических и политических. Рассмотрим использование экономических факторов. Исходя из финансового потока и коэффициента дисконтирования, вводим основные показатели эффективности инвестиционных проектов - чистую текущую стоимость *NPV*, внутреннюю норму доходности *IRR*, дисконтированный срок окупаемости *DPP*. Финансовый поток достаточно определенно может быть рассчитан лишь в стабильной ситуации, при фиксации цен (или полной информации об их дальнейшей динамике) и системы поставок (или при полностью известном ее будущем изменении). Проанализировано несколько распространенных методов определения коэффициента дисконтирования. Обоснованность выбора горизонта планирования рассмотрена в связи с проблемами начала и конца инвестиционного проекта (на примере разработки и эксплуатации грузового самолета "Руслан"). Необходимо оценивать устойчивость выводов при оценивании эффективности инвестиционных проектов относительно допустимых отклонений исходных данных и предпосылок рассматриваемых математических моделей. Согласно системной нечеткой интервальной математике исходные данные целесообразно описывать с помощью нечетких и интервальных переменных. Показано, что использование *NPV*, *IRR*, *DPP* в качестве

In the practice of managing economic systems, it is often necessary to make a decision about whether to expand the implementation of a particular project. In management theory, it is established that a decision should be made on the basis of the values of five groups of factors corresponding to the project - social, technological, economic, environmental and political. Consider the use of economic factors. Based on the financial flow and the discount factor, we introduce the main indicators of the effectiveness of investment projects - net present value *NPV*, internal rate of return *IRR*, discounted payback period *DPP*. The financial flow can be quite definitely calculated only in a stable situation, with fixing prices (or full information about their future dynamics) and the supply chain (or with its future change completely known). Several common methods for determining the discount factor have been analyzed. The validity of the choice of the planning horizon is considered in connection with the problems of the beginning and end of the investment project (on the example of the development and operation of the Ruslan cargo aircraft). It is necessary to evaluate the stability of the conclusions when evaluating the effectiveness of investment projects in relation to the permissible deviations of the initial data and the assumptions of the considered mathematical models. According to the system fuzzy interval mathematics, it is expedient to describe the initial data using fuzzy and interval variables. It is shown that the use of *NPV*, *IRR*, *DPP* as an indicator of the effectiveness of an investment project is permissible only in the case of a stable economic situation. The financial flow corresponds to a specific project in a certain field of activity, while the discount factor is determined mainly by the macroeconomic situation. In modern conditions of the digital economy, pronounced innovative

показателем эффективности инвестиционного проекта допустимо лишь в случае стабильной экономической ситуации. Финансовый поток соответствует конкретному проекту в определенной сфере деятельности, в то время как коэффициент дисконтирования определяется в основном макроэкономической ситуацией. В современных условиях цифровой экономики, выраженного инновационного развития, нестабильной макроэкономической ситуации условие стабильности экономической с ситуации не всегда выполнено. Применение основанных на *NPV* показателей эффективности инвестиционного проекта допустимо только для краткосрочных проектов с ограниченными по величине инвестициями, реализуемыми в стабильной экономической обстановке

development, unstable macroeconomic situation, the condition for the stability of the economic situation is not always fulfilled. The use of *NPV*-based investment project performance indicators is permissible only for short-term projects with limited investments in a stable economic environment

Ключевые слова: ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПРОЕКТ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА, ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, УПРАВЛЕНИЕ, УСТОЙЧИВОСТЬ, ЧИСТАЯ ТЕКУЩАЯ СТОИМОСТЬ

Keywords: INVESTMENT PROJECT, EFFICIENCY, ECONOMIC ESTIMATION, ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS, MANAGEMENT, STABILITY, PRESENT VALUE

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-180-022>

Введение

При разработке проекта решения в области экономики и управления возникают вопросы об целесообразности инвестиций в тот или иной проект и об ожидаемом эффекте от его осуществлении. Часто опираются на экономические факторы и используют такие широко известные показатели эффективности инвестиционных проектов, как чистая текущая стоимость *NPV*, внутренняя норма доходности *IRR* и др. При обсуждении результатов выполнения проектов (например, при защитах диссертационных и дипломных работ) обычно возникают вопросы о том, на чем основан выбор таких параметров используемых экономико-математических моделей, как коэффициент дисконтирования и горизонт планирования, а также вообще о допустимости использования показателей эффективности инвестиционных проектов. Настоящая статья посвящена попытке дать обоснованный ответ на такие вопросы.

Инвестиционные проекты

<http://ej.kubagro.ru/2022/06/pdf/22.pdf>

В практике управления экономическими системами часто необходимо принять решение о том, надо ли развертывать выполнение того или иного проекта? Каков будет эффект от его реализации?

В теории менеджмента установлено [1], что решение должно быть принято на основе соответствующих проекту значений пяти групп факторов - социальных, технологических, экономических, экологических и политических (сокращенно: СТЭЭП-факторов). Особенно это касается крупных проектов, например, ядерных или космических.

Однако для небольших (локальных) проектов наиболее существенными могут оказаться экономические факторы. В таких случаях проекты называются инвестиционными. Перевод термина "инвестиции" на русский язык - "капиталовложения". Основные вопросы, возникающие при управлении инвестициями, таковы.

Имеет ли смысл вкладывать средства в конкретный проект?

Какой экономический эффект даст вложение средств?

Какой из нескольких проектов целесообразно реализовать в первую очередь?

Необходимо разделять инновационные проекты и инвестиционные проекты. На начальных этапах инновационного проекта обычно не удается достаточно точно оценить экономический эффект, такие проекты начинают, исходя из оценок для других групп факторов. Однако при переходе от опытного образца к подготовке серийного производства происходит перелом, экономические факторы выходят на первое место среди других групп факторов, проект становится инвестиционным [2]. В проектах, осуществляемых в ракетно-космической отрасли, велика инновационная составляющая, и поэтому естественно говорить об инновационно-инвестиционных проектах (см., например, [3, гл.4]).

Проблемам управления инвестиционными проектами и в том числе оцениванию их эффективности, посвящена огромная литература. По

нашему мнению, наиболее значимыми являются монографии [4 - 6], По этой тематике нами также опубликован ряд научных работ [7 - 15], начиная с 1999 г. Соответствующие разделы имеются в монографиях работ [1, 16, 17],

К сожалению, приходится констатировать, что в литературе (включая Интернет-ресурсы) имеется достаточно много неточных формулировок, кроме того, используются различные обозначения. Поэтому в настоящей статье необходимо начать с основных определений.

Рассмотрим дискретную постановку, обычную для анализа динамики экономических процессов (временных рядов). Финансовые показатели рассматриваются в моменты времени $t = 0, 1, 2, \dots$. За единицу измерения времени принят естественный для рассматриваемого проекта интервал времени между последовательными событиями, обычно год, реже месяц.

Математическое моделирование инвестиционных проектов

Инвестиционному проекту соответствует финансовый поток $a(0), a(1), a(2), \dots, a(t), \dots$, где $a(t)$ - финансовый результат за интервал с номером t , т.е. сальдо за этот интервал (разность между поступлениями и расходами). Динамика финансового потока обычно описывается типовой зависимостью, для которой характерны отрицательное значение в начальный момент, далее также отрицательные значения, соответствующие, например, проектированию и строительству объекта, в который производятся капиталовложения, сменяющиеся переходом к росту, достижению положительных значений и затем выходу на достаточно продолжительное плато, в конце же интервала реализации T проект завершается, например, утилизацией. В некоторых случаях финансовый поток имеет более сложное строение. Так, при последовательной реализации ряда очередей строительства подобные зависимости налагаются друг на друга (складываются).

Элементы финансового потока относятся к различным моментам, очевидно, их надо привести к сопоставимому виду (к сопоставимым ценам). Приведение осуществляется с помощью пересчета путем дисконтирования. При этом принимают, что финансовая величина, составляющая A денежных величин в определенный момент времени, соответствует $A(1 + q)$ денежных величин в следующий момент времени, где q - некоторый коэффициент, называемый коэффициентом дисконтирования. Как следствие, при движении назад на один шаг происходит деление на $(1 + q)$, т.е. финансовая величина, составляющая A денежных величин в следующий момент времени, при приведении к сопоставимым ценам на предыдущий момент переходит в $A/(1 + q)$.

Основные характеристики инвестиционных проектов рассчитывают на основе дисконтирования. Приводя элементы финансового потока к начальному моменту времени $t = 0$, получают, что общий экономический эффект, соответствующий осуществлению инвестиционного проекта за время от начального момента $t = 0$ до окончания $t = T$ (где T - горизонт планирования) равен

$$NPV = NPV(q, T) = a(0) + \frac{a(1)}{1+q} + \frac{a(2)}{(1+q)^2} + \frac{a(3)}{(1+q)^3} + \dots + \frac{a(T)}{(1+q)^T}. \quad (1)$$

Величина NPV называется чистой текущей стоимостью, по первым буквам английского названия *Net Present Value*. В литературе на русском языке используют и другие названия этой характеристики инвестиционного проекта и обозначения её составляющих. Здесь не будем их приводить и обсуждать. Во всех случаях общим является использование краткой записи NPV и формула (1) (с точностью до равносильных преобразований). Аналогичное замечание касается и других характеристик инвестиционного проекта, рассмотренных далее. Поскольку в формуле (1) обычно (т.е. в случае, когда динамика финансового потока описывается рассмотренной

выше типовой зависимостью) функция $NPV(q, T)$ обычно убывает при росте q и возрастает при росте T .

Поскольку по поводу величины коэффициента дисконтирования могут быть дискуссии (см. ниже), то вычисляют используют другую характеристику инвестиционного потока, известную как внутренняя норма доходности IRR (по первым буквам английского названия *Internal Rate of Return*). Её получают путем решения уравнения

$$NPV(q, T) = 0. \quad (2)$$

относительно q при фиксированном T . Таким образом, $IRR = IRR(T)$, т.е. внутренняя норма доходности IRR зависит от горизонта планирования IRR , как и чистая текущая стоимость NPV .

Если уравнение (2) имеет одно решение, то для имеющих экономический смысл финансовых потоков $NPV(q, T) > 0$ при $q < IRR(T)$, т.е. проект экономически выгоден, и $NPV(q, T) < 0$ при $q > IRR(T)$, т.е. проект не выгоден с экономической точки зрения.

Если уравнение (2) имеет несколько решений, то внутренняя норма доходности IRR - это минимальный корень. Тогда $NPV(q, T) > 0$ при $q < IRR(T)$ (в естественном предположении, что $NPV(0, T) > 0$). Однако в случае, когда динамика финансового потока описывается рассмотренной выше типовой зависимостью, уравнение (2) имеет ровно одно решение (в естественном предположении, что $NPV(0, T) > 0$ и $a(0) \leq 0$).

Если $IRR(T)$ связано с изменением q , то дисконтированный срок окупаемости $DPP = DPP(q)$ (по первым буквам английского названия *Discounted payback period*) - это минимальный срок $T(0)$, за который чистая текущая стоимость $NPV(q, T)$ становится неотрицательной, т.е. минимальное число периодов $T(0)$ такое, что $NPV(q, T) < 0$ при $T = 0, 1, 2, \dots, T(0) - 1$ и $NPV(q, T(0)) \geq 0$. Таким образом, к моменту $T(0)$ происходит возврат вложений и проект становится прибыльным при $T \geq T(0)$.

Используют и другие характеристики инвестиционного проекта. Такие характеристики разделяют на две группы. В первую включают характеристики, основанные на дисконтировании. К ним относятся, помимо чистой текущей стоимости NPV , внутренней нормы доходности IRR , дисконтированного срока окупаемости DPP , относятся индекс рентабельности вложений PI , модифицированная внутренняя норма доходности $MIRR$ и др. При определении характеристик второй группы не используют дисконтирования, они основаны на учетных (номинальных) оценках. Речь идет о сроке окупаемости инвестиций PP , коэффициенте эффективности инвестиций ARR и др. Определения перечисленных характеристик даны в литературе вместе с обсуждением их свойств (см., например, [1, 2, 4 - 6], а также [16, 17]).

В настоящей статье основное внимание сосредоточим на обсуждении проблем, связанных с использованием чистой текущей стоимости $NPV(q, T)$.

Проблема устойчивости выводов на основе математических моделей инвестиционных проектов

Для расчета показателей эффективности инвестиционного проекта на основе $NPV(q, T)$ необходимо знать финансовый поток проекта (сальдо поступлений и платежей по годам (или по другим интервалам времени, например, по месяцам)), коэффициент дисконтирования и горизонт планирования. Можно ли их обоснованно определить?

Необходимость дисконтирования очевидна. Но вот какой коэффициент дисконтирования взять?

Обычные вопросы при оценке эффективности инвестиционного проекта:

- почему использован тот или иной коэффициент дисконтирования?
- как обоснован выбор горизонта планирования?

Эти вопросы постоянно задают при обсуждении экономической оценки эффективности инвестиционных проектов на уровне диссертаций и дипломных работ. Гораздо реже обращают внимание на уровень обоснованности финансового потока.

Всегда ли можно обоснованно рассчитать $a(t)$ - финансовый результат за интервал с номером t , т.е. сальдо за этот интервал (разность между поступлениями и расходами)? Для подобного расчета необходимо знать цены на товары и услуги. Текущие цены, очевидно, меняются с течением времени из-за инфляции. Чтобы использовать единый масштаб цен, т.е. перейти к сопоставимым ценам, необходимо использовать индексы инфляции в будущие моменты времени. Как показывает экономическая история России (и других стран), прогнозирование инфляции на длительный период невозможно из-за изменения общей экономической и политической ситуации (см., например, [18, гл.4]). Если использовать во всех расчетах цены на начало осуществления проекта, то приходится игнорировать возможное в будущем изменение соотношений цен на различные товары и продукты. Цены меняются в пространстве (т.е. при переходе от одного поставщика к другому) и во времени. Даже если удастся от зависимости от времени, остается изменение цен при смене поставщиков. Как следствие, финансовый поток может быть рассчитан лишь в стабильной ситуации, при фиксации цен (или полной информации об их дальнейшей динамике) и системы поставок (или при полностью известной динамике ее будущего изменения). Эти условия могут быть выполнены лишь для краткосрочных проектов с ограниченными по величине инвестициями, реализуемыми в стабильной экономической обстановке.

Если финансовый поток определяется особенностями конкретного проекта, то коэффициент дисконтирования отражает экономическую ситуацию в целом. Как можно указать полностью определенное значение

коэффициента дисконтирования? Рассмотрим несколько распространенных методов определения этого коэффициента.

Один из типовых вариантов ответа: "Так принято в нашей фирме". Это - отказ от ответа, перекладывание выбора коэффициента и ответственности за его выбор на других лиц, в конечном случае - на руководство фирмы.

Иногда рекомендуют определять коэффициент дисконтирования на основе оценки инфляции и степени риска. Например, использовать формулу

$$q = (1 + a)I(1 + R) - 1, \quad (3)$$

где коэффициент a соответствует идеальной ситуации без инфляции и риска, I - ожидаемое значение индекса инфляции, R - повышающий коэффициент, учитывающий возможный риск. В ряде источников рекомендуют формулу типа (3) в которой вместо произведения стоит сумма величин, аналогичных используемым в (3). Очевидно, все три коэффициенты, как и способ из агрегирования, являются достаточно произвольными.

Распространено приравнение коэффициента дисконтирования цене (стоимости) капитала. Не вдаваясь в определение этого понятия отметим, что при расчете этой величины используется стоимость заемного капитала, исчисляемая на основе платы за кредит. Обычно полагают, что ставка кредита не может быть меньше ставки рефинансирования Центрального банка РФ. Но эта ставка рефинансирования в нестабильной обстановке может быстро меняться в разы! Поэтому расчет цены капитала является обоснованным лишь на краткосрочный период и в стабильной обстановке, т.е. для устойчивой системе кредитования..

Обсуждение обоснованности выбора горизонта планирования проведем в связи с проблемой начала и проблемой конца инвестиционного проекта.

Проблема начала и проблема конца

Начнем с краткого обсуждения конкретного проекта выпуска высокотехнологичной продукции.

Рассмотрим динамику разработки грузового самолета "Руслан", самого крупного из коммерчески используемых самолетов за всю историю авиации [19]. Разработка концепции началась в 1966 г. Через пять лет - в 1971 г. - перешли к полномасштабному проектированию. Еще через десять лет - в 1981 г. - был построен опытный образец и начались летные испытания. На них ушло восемь лет, и в 1989 г. самолет был принят в эксплуатацию и началось его серийное производство. Итак, от начала проекта до серийного производства прошло 23 года. Как учесть расходы на проект за эти годы? Финансовый поток можно восстановить по годовым расчетам, но коэффициент дисконтирования, очевидно, менялся в течение этих лет, поскольку менялась экономическая обстановка, в частности, темп роста макроэкономических характеристик.

Еще одна проблема связана с тем, что одновременно шла реализация других проектов, например, проектирование еще более крупного самолета "Мрия", который так и не пошел в серию. Куда отнести расходы на прерванные проекты?

Напрашивается попытка "разнести" истраченные средства на отдельные экземпляры продукции. Однако для этого надо, как минимум, знать общий объем выпуска - число самолетов, переданных в коммерческую эксплуатацию. Однако невозможно установить этот объем обоснованно, поскольку выпуск самолетов продолжается.

Рассматриваемая проблема начала инвестиционного проекта может частично быть снята путем отнесения всех расходов на первых этапах инновационных проектов к накладным расходам, включающим, в частности, расходы на развитие производства.

Проблема конца связана с тем, что момент окончания проекта зачастую не может быть обоснованно установлен. Например, таким является момент завершения проекта по выпуску самолета "Руслан". В экономико-математических моделях оптимальное решение обычно зависит от горизонта планирования T , например, в классической модели управления запасами Вильсона [20]. Поэтому неопределенность значения T лишает смысла поиск оптимального решения.

В ряде экономико-математических моделей можно использовать асимптотически оптимальные планы. Они представляют собой бесконечные последовательности, начальные отрезки которых (до момента T) дают решения, для которых значение используемого при оптимизации критерия асимптотически эквивалентно значению для зависящего от T оптимального плана [21]. Однако такой подход применим лишь тогда, когда в течение интервала планирования экономическая ситуация остается стабильной, как это имеет место для моделей управления запасами. В частности, интервал между последовательными значениями T должен быть мал по сравнению с интервалом стабильности экономической ситуации, измеряться не годами, а днями.

Оценивание эффективности инвестиционного проекта на основе дисконтированного срока окупаемости DPP не требует выбора горизонта планирования. Достаточно выполнения условия $DPP < T$. Однако при таком подходе не удастся оценить экономический эффект от реализации инвестиционного проекта.

Методы изучения устойчивости выводов на основе математических моделей инвестиционных проектов

Как показывают проведенные рассуждения, весьма важно изучение устойчивости выводов при оценивании устойчивости инвестиционных проектов относительно допустимых отклонений исходных данных и предпосылок рассматриваемых математических моделей. Нами разработан

подход к изучению устойчивости выводов, получаемых с помощью экономико-математических моделей. Он основан на использовании математической конструкции под названием "общая схема устойчивости". Общий подход и результаты для конкретных моделей рассмотрены в монографиях [22 - 24].

В соответствии с общей концепцией системной нечеткой интервальной математики [25, 26] исходные данные целесообразно описывать с помощью нечетких и интервальных переменных. Необходимо применять современные методы анализа статистических данных [27], прежде всего методы нечисловой статистики [28].

В настоящей статье нет возможности рассмотреть всё многообразие научных результатов в области теории устойчивости и системной нечеткой интервальной математики. Отметим только два результата, непосредственно относящихся к рассматриваемой тематике.

Среди всех моделей экономической динамики особое место занимают модели с дисконтированием. Согласно (1) к ним относится и *NPV*. В [29] установлено, что модели с дисконтированием выделяются среди всех моделей динамического программирования (речь идет о математических моделях экономического развития) выполнением условия устойчивости результатов сравнения планов к изменению момента начала их реализации. Поясним подробнее. Рассматриваются планы на некоторое количество шагов. Пусть первый план лучше второго при начале реализации этих планов в определенный момент времени. Тогда первый план лучше второго и при начале реализации этих планов в следующий момент времени. Это и есть условие устойчивости планов к изменению момента начала их реализации. Доказано, что если условие устойчивости планов выполнено для планов на 1 шаг и на 2 шага, то рассматриваемая экономико-математическая модель является моделью с дисконтированием [29]. Обратное утверждение также справедливо: для модели с

дисконтированием упорядоченность планов не меняется при изменении момента начала их реализации. Эти математические результаты показывают, что модели с дисконтированием и, в частности, модели, основанные на использовании NPV , предполагают стабильность экономической ситуации. Их использование в меняющейся экономической ситуации не является обоснованным.

Второй математический результат, непосредственно относящийся к рассматриваемой тематике, получен в рамках статистики интервальных данных (этот раздел прикладной статистики подробно рассмотрен в [16, 17, 25, 27, 28]). Рассматривается модель, согласно которой коэффициенты дисконтирования меняются со временем, но незначительно, отклонение не превосходит Δq (по абсолютной величине). Методами статистики интервальных данных найдено максимально возможное отклонение ΔNPV значения чистой текущей стоимости NPV [30]. В терминах метрологии - по ошибке прямого измерения коэффициента дисконтирования Δq найдена ошибка ΔNPV косвенного измерения (в рассматриваемом случае - измерения значения чистой текущей стоимости NPV).

Заключение. Условия применимости показателей эффективности инвестиционных проектов

Подведем итоги. В настоящей статье показано, что использование чистой текущей стоимости NPV в качестве показателем эффективности инвестиционного проекта допустимо лишь в случае стабильной экономической ситуации. Это утверждение справедливо также для таких основанных на NPV показателей эффективности инвестиционного проекта, как внутренняя норма доходности IRR , дисконтированный срок окупаемости DPP и др.

Под стабильностью экономической ситуации понимаем возможность полного знания значений финансового потока и коэффициента дисконтирования, т.е. их постоянство или возможность точного

предсказания. При этом финансовый поток соответствует конкретному проекту в определенной сфере деятельности, в то время как коэффициент дисконтирования определяется в основном макроэкономической ситуацией. В современных условиях цифровой экономики [31], выраженного инновационного развития, нестабильной макроэкономической ситуации условие применимости рассматриваемых показателей эффективности инвестиционного проекта, очевидно, не выполнено. Некоторая стабильность экономических условий в определенной сфере деятельности может наблюдаться в течение нескольких лет, в то время как макроэкономическая ситуация меняется гораздо быстрее, как и определяемый ею коэффициент дисконтирования. Принимать решения в области управления инвестиционными проектами приходится на основе всей совокупности социальных, технологических, экономических, экологических, политических факторов (СТЭЭП-факторов), нельзя опираться только на одну из пяти групп факторов - на экономический показатели.

Применение показателей эффективности инвестиционного проекта основанных на *NPV* допустимо лишь для краткосрочных (по сроку окупаемости) проектов, за время осуществления которых экономическая ситуация не меняется. Объемы инвестиций должны быть невелики, как из-за того, что большой объем инвестиций обычно осваивается в течение длительного времени, так и потому, большой объем инвестиций сам по себе может привести к заметному изменению экономической ситуации.

Почему экономические показатели эффективности инвестиционного проекта, прежде всего основанные на чистой текущей стоимости *NPV*, получили широкое распространение в литературе и деятельности практических работников? Они были предложены и получили распространение в середине XX в., когда экономическая ситуация действительно была достаточно стабильна. Кроме того, они позволяли

сформировать легкие для использования инструменты принятия решений руководителями (владельцами и менеджерами). В России они были внедрены после развала СССР вместе с другими составляющими теории рыночной экономики, внедрены сначала в учебники, а затем и в практическую деятельность. В современных условиях цифровой экономики и быстрого инновационного развития их применение не является обоснованным. Для подготовки надежных решений приходится использовать знания обо всех группах СТЭЭП-факторов, хотя это и более трудоемко, требует больших знаний и умений.

Автор благодарен своим коллегам по кафедре "Экономика и организация производства", диссертационным советам и участникам научного семинара Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге МГТУ им. Н.Э. Баумана, прежде всего проф. С.Г. Фалько, за многочисленные обсуждения проблем, затронутых в настоящей статье.

Литература

1. Орлов А.И. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование.— Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. — 475 с.
2. Орлов А.И. 13 этапов инновационного процесса // Инновации в менеджменте. 2017. №4 (14). С.46-54.
3. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента: монография / под общ. ред. С.Г. Фалько. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 600 с.
4. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика: учеб. пособие / 5е изд., перераб. и доп. - М.: ПолиПринтСервис, 2015. - 1300 с.
5. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 141 с.
6. Первозванский А.А., Первозванская Г.Н. Финансовый рынок: расчет и риск. - М.: Инфра-М., 1994. - 256 с.
7. Орлов А.И., Алешин Д.Н. О методах сравнения инвестиционных проектов / Научные труды Рижского института мировой экономики. Вып.3. - Рига: РИМЭ, 1999. - С. 20-25.
8. Орлов А.И. Интервальные оценки погрешностей характеристик финансовых потоков и инвестиционных проектов / Проблемы технологии, управления и экономики / Под общей редакцией к. э. н. Панкова В.А. Ч.1. - Краматорск: Донбасская государственная машиностроительная академия, 1999. С. 123-124.
9. Орлов А.И. Оценки погрешностей характеристик финансовых потоков инвестиционных проектов / Российские предприятия в системе рыночных отношений:

Материалы межрегиональной научно-практической конференции. III часть. - Ярославль: Концерн «Подати», 2000. - С. 33-36.

10. Орлов А.И. Размытые цены. Нечисловая экономика и управление инвестиционным процессом / Российское предпринимательство. 2001. № 12. С.103-108.

11. Орлов А.И., Орлова Л.А. Современные подходы к управлению инновациями и инвестициями / Экономика XXI века. 2002. №12. С. 3–26.

12. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков и ее применение при разработке инновационно-инвестиционных проектов создания ракетно-космической техники / Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды XXI Международной конференции. Москва, декабрь 2013 г. Под ред. Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. - М.: РГГУ, 2013. - С.394-398.

13. Орлов А.И. Цисарский А.Д. Особенности оценки рисков при реализации инновационно-инвестиционных проектов в космической отрасли / Актуальные проблемы российской космонавтики. Материалы XXXVIII Академических чтений по космонавтике (Москва, январь 2014 г.) Под общей редакцией А.К. Медведевой. - М.: Комиссия РАН по разработке научного наследия пионеров освоения космического пространства, 2014. - С. 210-210.

14. Волков В.А., Орлов А.И. Организационно-экономические подходы к оценке реализуемости инновационно-инвестиционных проектов/ Научный журнал КубГАУ. 2014. №97. С. 181–202.

15. Орлов А.И. Оценка погрешностей характеристик финансовых потоков инвестиционных проектов в ракетно-космической промышленности / Научный журнал КубГАУ. 2015. №109. С. 238–264.

16. Орлов А.И. Теория принятия решений. — М.: Экзамен, 2006. — 576 с.

17. Орлов А.И. Теория принятия решений. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.

18. Орлов А.И. Эконометрика / Изд. 4-е, доп. и перераб. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. — 572 с.

19. Ельцов Г. АНТОНОВ-124. История воздушного превосходства. - М.: В2В дизайн бюро "Зебра", 2011. - 300 с.

20. Орлов А.И. Оптимальный план управления запасами нельзя найти на основе формулы квадратного корня // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 106. С. 270–300.

21. Орлов А.И. Существование асимптотически оптимальных планов в дискретных задачах динамического программирования // Научный журнал КубГАУ. 2020. №155. С. 147–163.

22. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. — М.: Наука, 1979. — 296 с.

23. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Перспективные математические и инструментальные методы контроллинга. Под научной ред. проф. С.Г. Фалько. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2015. – 600 с.

24. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.

25. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.

26. Орлов А.И., Луценко Е.В. Анализ данных, информации и знаний в системной нечеткой интервальной математике: научная монография. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 405 с.

27. Орлов А.И. Прикладной статистический анализ. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 812 с.

28. Орлов А.И. Искусственный интеллект: нечисловая статистика : учебник. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 446 с.
29. Орлов А.И. Характеризация моделей с дисконтированием // Научный журнал КубГАУ. 2019. №153. С. 202 – 218.
30. Орлов А.И. Оценка погрешностей характеристик финансовых потоков инвестиционных проектов в ракетно-космической промышленности // Научный журнал КубГАУ. 2015. – № 109. С. 238–264.
31. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Современная цифровая экономика. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 508 с.

References

1. Orlov A.I. Menedzhment: organizacionno-ekonomicheskoe modelirovanie.— Rostov-na-Donu: Feniks, 2009. — 475 s.
2. Orlov A.I. 13 etapov innovacionnogo processa // Innovacii v menedzhmente. 2017. №4 (14). S.46-54.
3. Orlov A.I., Lucenko E.V., Lojko V.I. Organizacionno-ekonomicheskoe, matematicheskoe i programmnoe obespechenie kontrollinga, innovacij i menedzhmenta: monografiya / pod obshch. red. S.G. Fal'ko. – Krasnodar : KubGAU, 2016. – 600 s.
4. Vilenskij P.L., Livshic V.N., Smolyak S.A. Ocenka effektivnosti investicionnyh proektov: Teoriya i praktika: ucheb. posobie / 5e izd., pererab. i dop. - M.: PoliPrintServis, 2015. - 1300 s.
5. Kovalev V.V. Metody ocenki investicionnyh proektov. - M.: Finansy i statistika, 2003. - 141 s.
6. Pervozvanskij A.A., Pervozvanskaya G.N. Finansovyj rynek: raschet i risk. - M.: Infra-M., 1994. - 256 s.
7. Orlov A.I., Aleshin D.N. O metodah sravneniya investicionnyh proektov / Nauchnye trudy Rizhskogo instituta mirovoj ekonomiki. Vyp.3. - Riga: RIME, 1999. -S. 20-25.
8. Orlov A.I. Interval'nye ocenki pogreshnostej harakteristik finansovyh potokov i investicionnyh proektov / Problemy tekhnologii, upravleniya i ekonomiki / Pod obshchej redakciej k. e. n. Pankova V.A. CH.1. - Kramatorsk: Donbasskaya gosudarstvennaya mashinostroitel'naya akademiya, 1999. S. 123-124.
9. Orlov A.I. Ocenki pogreshnostej harakteristik finansovyh potokov investicionnyh proektov / Rossijskie predpriyatiya v sisteme rynochnyh otnoshenij: Materialy mezhtregional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii. III chast'. - YAroslavl': Koncern «Podati», 2000. - S. 33-36.
10. Orlov A.I. Razmytye ceny. Nechislovaya ekonomika i upravlenie investicionnym processom / Rossijskoe predprinimatel'stvo. 2001. № 12. S.103-108.
11. Orlov A.I., Orlova L.A. Sovremennye podhody k upravleniyu innovაციyami i investiciyami / Ekonomika XXI veka. 2002. №12. S. 3–26.
12. Orlov A.I., Cisarskij A.D. Additivno-mul'tiplikativnaya model' ocenki riskov i ee primeneniye pri razrabotke innovacionno-investicionnyh proektov sozdaniya raketno-kosmicheskoy tekhniki / Problemy upravleniya bezopasnost'yu slozhnyh sistem: Trudy HKHI Mezhdunarodnoj konferencii. Moskva, dekabr' 2013 g. Pod red. N.I. Arhipovoj, V.V. Kul'by. - M.: RGGU, 2013. - S.394-398.
13. Orlov A.I. Cisarskij A.D. Osobennosti ocenki riskov pri realizacii innovacionno-investicionnyh proektov v kosmicheskoy otrasli / Aktual'nye problemy rossijskoj kosmonavtiki. Materialy XXXVIII Akademicheskikh chtenij po kosmonavtike (Moskva, yanvar' 2014 g.) Pod obshchej redakciej A.K. Medvedevoj. - M.: Komissiya RAN po

razrabotke nauchnogo naslediya pionerov osvoeniya kosmicheskogo prostranstva, 2014. - S. 210-210.

14. Volkov V.A., Orlov A.I. Organizacionno-ekonomicheskie podhody k ocenke realizuemosti innovacionno-investicionnyh proektov/ Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2014. №97. S. 181–202.

15. Orlov A.I. Ocenka pogreshnostej harakteristik finansovyh potokov investicionnyh proektov v raketno-kosmicheskoy promyshlennosti / Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2015. №109. S. 238–264.

16. Orlov A.I. Teoriya prinyatiya reshenij. — M.: Ekzamen, 2006. — 576 s.

17. Orlov A.I. Teoriya prinyatiya reshenij. — M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 826 c.

18. Orlov A.I. Ekonometrika / Izd. 4-e, dop. i pererab. — Rostov-na-Donu: Feniks, 2009. — 572 s.

19. El'cov G. ANTONOV-124. Istoriya vozdušnogo prevoskhodstva. - M.: V2V dizajn byuro "Zebra", 2011. - 300 s.

20. Orlov A.I. Optimal'nyj plan upravleniya zapasami nel'zya najti na osnove formuly kvadratnogo kornya // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2015. № 106. S. 270–300.

21. Orlov A.I. Sushchestvovanie asimptoticheski optimal'nyh planov v diskretnyh zadachah dinamicheskogo programmirovaniya // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2020. №155. S. 147–163.

22. Orlov A.I. Ustojchivost' v social'no-ekonomicheskikh modelyah. — M.: Nauka, 1979. — 296 s.

23. Orlov A.I., Lucenko E.V., Lojko V.I. Perspektivnye matematicheskie i instrumental'nye metody kontrollinga. Pod nauchnoj red. prof. S.G. Fal'ko. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2015. – 600 s.

24. Orlov A.I. Ustojchivye ekonomiko-matematicheskie metody i modeli : monografiya. — M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 337 c.

25. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaya nechetkaya interval'naya matematika. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s.

26. Orlov A.I., Lucenko E.V. Analiz dannyh, informacii i znaniy v sistemnoj nechetkoj interval'noj matematike: nauchnaya monografiya. – Krasnodar: KubGAU, 2022. – 405 s.

27. Orlov A.I. Prikladnoj statisticheskij analiz. — M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 812 c.

28. Orlov A.I. Iskusstvennyj intellekt: nechislovaya statistika : uchebnik. — M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 446 c.

29. Orlov A.I. Harakterizaciya modelej s diskontirovaniem // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2019. №153. S. 202 – 218.

30. Orlov A.I. Ocenka pogreshnostej harakteristik finansovyh potokov investicionnyh proektov v raketno-kosmicheskoy promyshlennosti // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2015. – № 109. S. 238–264.

31. Lojko V.I., Lucenko E.V., Orlov A.I. Sovremennaya cifrovaya ekonomika. – Krasnodar: KubGAU, 2018. – 508 s.