

# МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКА СНИЖЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА В УСЛОВИЯХ СТАТИСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

**Н. П. Тихомиров, Т. М. Тихомирова**

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова,  
Москва, Россия

В статье проведен критический анализ различных подходов к оценке риска снижения эффективности инвестиционных проектов, рекомендуемых в научной литературе к практическому использованию. Отмечены их субъективность и высокая неопределенность полученных на их основе результатов. В качестве альтернативы рассмотрены подходы и методы оценки риска снижения эффективности инвестиционного проекта как разности между ожидаемым по проекту и рисковыми значениями его  $NPV$ , определяемыми на основе закона распределения этого показателя. При этом рисковая оценка  $NPV$  в зависимости от отношения к риску представляет собой либо его среднюю величину в области существования, ограниченную сверху ожидаемым по проекту значением, либо каким-либо квантилем, находящимся в этой области возможных значений  $NPV$ . Представлено обоснование нормального закона распределения  $NPV$  как сложной случайной величины, образованной совокупностью случайных переменных – характеристик финансовых потоков по проекту и дисконта. Рассмотрен подход к оценке дисперсии закона распределения  $NPV$  и зависящих от ее величины рискованных значений, базирующийся на разложении этого показателя в ряд Тейлора при исходных данных, отражающих средние значения и дисперсии его финансовых потоков и дисконта.

*Ключевые слова:* инвестиционный проект, эффективность, случайная величина, закон распределения, риск, квантиль, дисперсия, ряд Тейлора.

# METHODS OF ESTIMATING RISK DEALING WITH DECLINING EFFICIENCY OF INVESTMENT PROJECT IN CONDITIONS OF STATISTIC UNCERTAINTY

**Nikolay P. Tikhomirov, Tatiana M. Tikhomirova**

Plekhanov Russian University of Economics,  
Moscow, Russia

The article analyzes different approaches to estimating risk of declining efficiency of investment projects that are recommended to practical use by academic literature. The author pointed to their subjectivity and high uncertainty of results. As an alternative we can consider approaches and methods of estimating risk of declining efficiency of the investment project as a difference between the expected by the project and risky values of its  $NPV$  defined by the law of this figure distribution. In this case the risky  $NPV$  assessment depending on the ratio to risk is either its average value in the field of existence limited from above by expected in the project value or any quantile located in the field of possible  $NPV$  values. The article presents substantiation of the standard law of  $NPV$  distribution as a complicated random value formed by a sum of random variables, i.e. features of finances flows by the project and discount. The author also analyses the approach to estimating dispersion of the  $NPV$  distribution law and risky values depending on its amount based on this figure expansion into the Tailor series with initial data showing average values and dispersion of its finance flows and discount.

*Keywords:* investment project, efficiency, random figure, distribution law, risk, quantile, dispersion, Tailor series.

## Введение

Решение о целесообразности вложения капитала в инвестиционные проекты предприниматели обычно принимают на основе сопоставления оценок их ожидаемой эффективности и рисков возможного ее снижения. Заметим, что в научной литературе не существует значительного расхождения во мнениях относительно состава показателей эффективности инвестиционных проектов. В общем случае их можно разделить на две группы – основные и вспомогательные.

К основным относят накопленный поток денежной наличности за период реализации проекта ( $PV$ ), обычно используемый при оценке эффективности краткосрочных проектов, и чистый дисконтированный доход ( $NPV$ ), учитывающий по сравнению с  $PV$  снижение стоимости ожидаемых значений финансовых потоков по проекту в будущие периоды по сравнению с текущим путем их дисконтирования. Предполагается, что дисконтирование повышает корректность сопоставления эффективностей проектов, различающихся по срокам реализации, что важно при достаточно значительной их продолжительности, особенно в реальной экономике [5]. К вспомогательным показателям эффективности обычно относят внутреннюю норму возврата капитальных вложений ( $IRR$ ), определяемую как значение дисконта, при котором сумма финансовых поступлений по проекту равна сумме вложенного в него капитала за весь период реализации, период окупаемости капитальных вложений ( $\Pi_{ок}$ ) – продолжительность периода, за который дисконтированные суммы финансовых поступлений и вложений по проекту уравниваются, а также ряд других (индекс доходности, среднюю рентабельность проекта и т. п.).

На практике инвесторы предпочитают проекты с более высокими значениями  $NPV$ , предполагая, что этот показатель дает достаточно обоснованное представление об эффективности проекта в целом, хотя и при ряде допущений, связанных с

его определенной абстракцией и неоднозначностью [3; 5]. Значения этого показателя не подтверждаются бухгалтерской отчетностью и рассчитываются на основе прогнозных оценок финансовых потоков платежей и поступлений по проекту, характеризующихся значительной неопределенностью.  $NPV$  обладает высокой чувствительностью к дисконту, выбор значений которого достаточно субъективен. Существует значительная неопределенность  $NPV$  при наличии нескольких вариантов стратегий реализации проекта и т. п.

Оценки вспомогательных показателей эффективности инвестиционных проектов типа  $IRR$ ,  $\Pi_{ок}$  напрямую зависят от уровня  $NPV$ , хотя и содержат в себе дополнительную информацию, в первую очередь об их надежности. Проекты с большими значениями  $IRR$  и меньшим периодом окупаемости представляют определенные гарантии инвесторам, что они не понесут существенные убытки при возможных неблагоприятных изменениях условий их реализации.

Вместе с тем при ориентировке на  $NPV$  как на основной критерий эффективности инвестиционного проекта теория и практика испытывают определенные сложности с оценкой рисков снижения ожидаемых значений данного показателя, характеризующих потери в доходности проекта по сравнению с ее предполагавшимся уровнем. Эти потери в общем случае могут быть обусловлены ростом платежей, снижением поступлений по проекту, увеличением дисконта (например, из-за более высокой инфляции) по сравнению с ожидаемыми его значениями в будущем.

Осложняет ситуацию тот факт, что рискованные (т. е. неблагоприятные) изменения размеров платежей и поступлений по проекту в каждом году имеют достаточно сложный состав. Например, увеличение размеров выплат может быть обусловлено повышением ожидаемых значений цен на сырье, материалы, технику, необходимые при создании объекта (рыночные риски), авариями при транспортировке грузов, строительстве объекта (риски аварий), не-

исполнением подрядчиками условий контрактов (задержка сроков их исполнения и даже срыв) из-за неблагоприятных изменений законодательства, межстрановых противоречий и т. п. (риски государственного управления и политические) и многими другими неблагоприятными событиями на стадии создания объекта, деятельность которого в будущем должна принести инвесторам доход. Размер этого дохода также может уменьшиться по сравнению с ожидаемой его величиной, например, из-за снижения цен на выпускаемую объектом продукцию, аварий при ее производстве и доставке, уменьшения размера спроса и т. п. Совокупный риск снижения эффективности проекта, обусловленный всем комплексом таких негативных изменений, достаточно сложно оценить [4; 6; 7]. В такой ситуации рекомендуется использовать при оценке этого показателя некоторые упрощенные процедуры. К ним, например, относятся метод варьирования ставки дисконтирования, метод оценки достоверных эквивалентов и некоторые другие [2]. В частности, метод варьирования ставки дисконтирования базируется на предположении, что риск снижения  $NPV$  проекта отражает увеличенная ставка дисконта (как правило, определяемая экспертным путем). Размер такого риска в данной ситуации определяется следующим выражением:

$$R(NPV) = NPV(E_0) - NPV(E_1), \quad (1)$$

где  $R(NPV)$  – размер риска снижения  $NPV$  проекта;

$NPV(E_0)$  – значение  $NPV$  проекта, оцененное при базовой ставке дисконта  $E_0$ ;

$NPV(E_1)$  – значение  $NPV$  проекта, оцененное при увеличенной ставке дисконта ( $E_1 > E_0$ ), отражающее влияние на этот показатель всей совокупности неблагоприятных изменений условий его реализации.

Метод оценки достоверных эквивалентов базируется на предположении, что совокупный риск снижения эффективности  $NPV$  проекта может быть оценен по аналогии с выражением (1) как разность между значением этого показателя, определен-

ным при ожидаемых годовых уровнях потоков выплат и поступлений, и его значением, рассчитанным с учетом возможных неблагоприятных их изменений [1; 5].

Оценки риска снижения  $NPV$  проекта, полученные с использованием данных методов, характеризуются существенными неопределенностью и субъективизмом, обусловленными сложностями выбора значений дисконта и потоков выплат и поступлений, достоверно отражающих предполагаемые неблагоприятные изменения их уровней.

На наш взгляд, повышение достоверности оценок риска снижения  $NPV$  может быть обеспечено на основе учета при их определении закона распределения этого показателя. Возможные варианты таких оценок (средний риск снижения  $NPV$ , квантили риска снижения  $NPV$ ) имеют конкретное статистическое содержание. Они могут быть получены как разность между ожидаемым (базовым) значением  $NPV_0$  и средним значением и квантилями, соответствующими разным вероятностям неперевышения их уровней, определенными в области  $NPV < NPV_0$ . В частности, при известной функции плотности распределения  $NPV$  ( $f(NPV) = f(x)$ ) оценка среднего риска его снижения может быть получена как разность между значением  $NPV_0$  и средним значением этого показателя в области  $NPV < NPV_0$  на основе следующего выражения:

$$\bar{R}(NPV) = \left( x_0 - \frac{\int_{-\infty}^{x_0} xf(x)dx}{\int_{-\infty}^{x_0} f(x)dx} \right) \int_{-\infty}^{x_0} f(x)dx, \quad (2)$$

где  $x$  – значение  $NPV$ ;

$x_0 = NPV_0$ ;

$\int_{-\infty}^{x_0} f(x)dx$  – вероятность того, что  $NPV$

находится в области  $NPV < NPV_0$ . При симметрической функции  $f(x)$  значение этой вероятности равно 0,5.

Заметим, что выражение (2) определяет безусловную среднюю величину риска

снижения  $NPV$ , а его часть, находящаяся в скобках, – его условную среднюю (при условии  $NPV < NPV_0$ ).

Аналогично квантили риска снижения  $NPV$  ниже уровня  $NPV_\alpha$ , где  $\alpha$  – вероятность события  $NPV < NPV_\alpha$ , могут быть оценены на основе следующего выражения:

$$R(NPV_\alpha) = (NPV_0 - NPV_\alpha) \cdot \alpha, \quad (3)$$

где  $NPV_\alpha$  – значение  $NPV$ , полученное на основе условия

$$\int_{-\infty}^{x_\alpha} f(x) dx = \alpha, \quad (4)$$

где  $\alpha$  – вероятность того, что значение  $NPV$  не превысит уровень  $NPV_\alpha = x_\alpha$ .

Из набора таких показателей ( $\bar{R}(NPV)$ ,  $R(NPV_\alpha)$ ) по конкретному проекту каждый инвестор может выбрать в качестве риска снижения  $NPV$  устраивающее его значение с учетом индивидуального отношения к риску, имеющихся у него ресурсов на компенсацию рискованных потерь и других факторов. Реализация такого подхода на практике сталкивается с проблемой формирования функции плотности распределения  $NPV$ . Один из возможных путей ее решения может базироваться на использовании метода имитационного моделирования [1; 8]. Согласно этому методу данная функция формируется на множестве значений  $NPV$ , оцененных при различных возможных комбинациях величин дисконта и финансовых потоков проекта с учетом вероятностей их проявления. У каждого реального проекта количество таких комбинаций может быть достаточно велико, а вероятности их проявления сложно оценить из-за отсутствия достаточной статистики. Вследствие этого практическая реализация данного метода затруднена.

В статье рассмотрен альтернативный аналитический метод построения функции плотности распределения  $NPV$ , базирующийся на представлении этого показателя как сложной случайной величины, параметры распределения которой зависят от характеристик распределений его составляющих (дисконта и потоков) – их ма-

тематических ожиданий и дисперсий, значения которых могут быть оценены на основе статистики реализации альтернативных проектов, экспертных оценок и других методов.

Цель исследования – разработка методов оценки рисков снижения эффективности инвестиционных проектов, представленной показателем  $NPV$ , рассматриваемым как сложная случайная величина, образованная совокупностью случайных ее составляющих.

Представление  $NPV$  инвестиционного проекта как сложной случайной величины исходит из предположения, что все его составляющие являются случайными величинами, в общем случае характеризующимися разными законами распределений, но с известными их параметрами – математическими ожиданиями и дисперсиями:

$$\widehat{NPV} = \sum_{t=1}^T \frac{\hat{\Pi}_t - \hat{O}_t}{(1 + \hat{E})^t} = \sum_{t=1}^T \frac{\hat{z}_t}{(1 + \hat{E})^t}, \quad (5)$$

где  $\widehat{NPV}$ ,  $\hat{\Pi}_t$ ,  $\hat{O}_t$ ,  $\hat{E}$  – случайные величины ( $NPV$ , притоков  $\Pi_t$  и оттоков  $O_t$  финансовых средств по проекту в году  $t$ , дисконта  $E$ );

$T$  – период реализации проекта;

$$\hat{z}_t = \hat{\Pi}_t - \hat{O}_t.$$

Подставив в правую часть выражения (5) вместо соответствующих случайных величин их математические ожидания  $M[\Pi_t]$ ,  $M[O_t]$ ,  $M[E]$ , получим математическое ожидание  $NPV$  –  $M[NPV] = NPV_0$ . При этом заметим, что входящие в числитель правой части выражения (5) переменные рассматриваются как суммы более простых (элементарных) составляющих притоков и оттоков финансовых средств по проекту (стоимостей сырья, оборудования, товаров, потерь от аварий и т. п.):

$$\hat{\Pi}_t = \sum_{i=1}^I \hat{\Pi}_{it}, \quad \hat{O}_t = \sum_{j=1}^J \hat{O}_{jt}, \quad (6)$$

где  $i = \overline{1, I}$ ,  $j = \overline{1, J}$  – индексы элементарных составляющих финансовых притоков и оттоков проекта.

При достаточно естественном предположении о независимости элементарных составляющих притоков и оттоков в каждом периоде  $t$ , относящихся к разным периодам времени, справедливыми являются следующие выражения, характеризующие математические ожидания и дисперсии числителя выражения (5) и его показателей:

$$\begin{aligned} M[\hat{\Pi}_t] &= \sum_{i=1}^I M[\hat{\Pi}_{it}]; \\ M[\hat{O}_t] &= \sum_{j=1}^J M[\hat{O}_{jt}]; \\ M[\hat{z}_t] &= M[\hat{\Pi}_t] - M[\hat{O}_t]; \\ \sigma^2[\hat{\Pi}_t] &= \sum_{i=1}^I \sigma^2[\hat{\Pi}_{it}]; \\ \sigma^2[\hat{O}_t] &= \sum_{j=1}^J \sigma^2[\hat{O}_{jt}]; \\ \sigma^2[\hat{z}_t] &= \sigma^2[\hat{\Pi}_t - \hat{O}_t] = \sigma^2[\hat{\Pi}_t] + \sigma^2[\hat{O}_t]. \end{aligned} \quad (7)$$

При этом при достаточно большом количестве величин  $\Pi_{it}$ ,  $O_{jt}$  в соответствии с законом больших чисел можно допустить, что случайная величина  $\widehat{NPV}$  распределена по нормальному закону (инвесторы на практике могут ориентироваться и на другой закон распределения  $NPV$ , если для этого есть достаточные основания). Математическое ожидание  $NPV_0$  можно оценить с использованием выражения (5), подставив в его правую часть математиче-

ские ожидания соответствующих переменных.

Оценка дисперсии  $\widehat{NPV}$  представляет собой более сложную проблему, хотя при детерминированном значении дисконта  $E$  этот показатель определяется на основе достаточно простого выражения:

$$\sigma^2[\widehat{NPV}] = \sum_{t=1}^T \frac{\sigma^2[\hat{z}_t]}{(1+E)^{2t}}. \quad (8)$$

Вместе с тем если дисконт  $E$  также является случайной величиной, то дисперсия  $\widehat{NPV}$  уже должна определяться как дисперсия отношения двух случайных величин (т. е. как дисперсия сложной случайной величины). Несложно показать, что в общем случае дисперсия сложной случайной величины  $\hat{y} = (\hat{x}_1, \dots, \hat{x}_n)$ , функционально зависящей от случайных переменных  $\hat{x}_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , может быть определена на основе разложения функции  $f$  в ряд Тейлора:

$$\hat{y} = f(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n) + \sum_{i=1}^n \frac{\partial f(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)}{\partial x_i} (\hat{x}_i - \bar{x}_i), \quad (9)$$

где  $\bar{x}_i$  – математическое ожидание случайной переменной  $\hat{x}_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

С учетом выражения (9) дисперсия случайной переменной  $\hat{y}$  может быть определена на основании следующего выражения:

$$\begin{aligned} \sigma_y^2 &= M[\hat{y} - M[\hat{y}]]^2 = M \left[ \sum_{i=1}^n \frac{\partial f(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)}{\partial x_i} (\hat{x}_i - \bar{x}_i) \right]^2 = \\ &= M \left[ \frac{\partial f(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)}{\partial x_1}, \dots, \frac{\partial f(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)}{\partial x_n} \right] \cdot Cov(\hat{x}) \cdot \left[ \frac{\partial f(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)}{\partial x_1}, \dots, \frac{\partial f(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)}{\partial x_n} \right]^*, \end{aligned} \quad (10)$$

где  $Cov(\hat{x})$  – ковариационная матрица случайного вектора  $(\hat{x}_1, \dots, \hat{x}_n)$ ;

символ «\*» характеризует вектор-столбец.

При представлении одновременных составляющих  $NPV$  в виде соотношений

$$\hat{y}_t = \frac{\hat{z}_t}{(1+\hat{E})^t}, \quad t = \overline{1, T},$$

выражение (10) для каждого  $t$  приобретает следующий вид:

$$\text{где } u_t = (1 + \hat{E})^t.$$

Подставляя в выражение (11) производные  $\frac{\partial y_t}{\partial z_t} = \frac{1}{M[\hat{u}_t]}$  и  $\frac{\partial y_t}{\partial u_t} = -\frac{M[\hat{z}_t]}{(M[\hat{u}_t])^2}$ , получим:

$$\sigma^2(\hat{y}_t) = \begin{bmatrix} \frac{\partial y_t}{\partial z_t} & \frac{\partial y_t}{\partial u_t} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sigma_{z_t}^2 & 0 \\ 0 & \sigma_{u_t}^2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\partial y_t}{\partial z_t} \\ \frac{\partial y_t}{\partial u_t} \end{bmatrix}, \quad (11)$$

$$\sigma^2(\hat{y}_t) = \frac{(M[\hat{u}_t])^2 \cdot \sigma_{z_t}^2 - (M[\hat{z}_t])^2 \cdot \sigma_{u_t}^2}{(M[\hat{u}_t])^4}, \quad (12)$$

где  $\sigma_{u_t}^2 = t^2 \cdot (1 + M[\hat{E}])^{2(t-1)} \cdot \sigma_E^2$ ,

$$M[\hat{u}_t] = (1 + M[\hat{E}])^t. \quad (13)$$

С учетом выражений (12) и (13) окончательное выражение дисперсии отношения

$\frac{\hat{z}_t}{(1 + \hat{E})^t}$  примет следующий вид:

$$\sigma^2 \left[ \frac{\hat{z}_t}{(1 + \hat{E})^t} \right] = \frac{\sigma_{z_t}^2 + (M[\hat{z}_t])^2 \cdot t^2 \cdot (1 + M[\hat{E}])^{-2} \cdot \sigma_E^2}{(1 + M[\hat{E}])^{2t}}. \quad (14)$$

При условии независимости отношений  $\frac{\hat{z}_t}{(1 + \hat{E})^t}$  дисперсия  $NPV$  определяется следующим выражением:

$$\sigma^2[\widehat{NPV}] = \sum_{t=1}^T \frac{\sigma_{z_t}^2 + (M[\hat{z}_t])^2 \cdot t^2 \cdot (1 + M[\hat{E}])^{-2} \cdot \sigma_E^2}{(1 + M[\hat{E}])^{2t}}. \quad (15)$$

### Обсуждение результатов

Практическая реализация рассмотренного подхода к оценке риска снижения  $NPV$  инвестиционного проекта предполагает наличие достаточных объемов исходной информации, необходимой в первую очередь для оценки дисперсий распределений финансовых потоков и оттоков  $\sigma^2[\hat{\Pi}_t]$  и  $\sigma^2[\hat{O}_t]$  соответственно в каждом году  $t$ . Такая информация может существовать в случае типовых и часто реализуемых проектов (строительство торговых центров, тепловых электростанций и некоторых других) в виде реальных оценок элементарных составляющих их финансовых потоков –  $[\hat{\Pi}_{it}^k]$ ,  $[\hat{O}_{jt}^k]$ , где  $k$  – индекс проекта;  $i$  и  $j$  – индексы элементарных составляющих его притоков и оттоков.

На основе этих значений можно оценить дисперсии  $\sigma^2[\hat{\Pi}_{it}^k]$  и  $\sigma^2[\hat{O}_{jt}^k]$ , а с использованием выражения (7) – и дисперсии  $\sigma^2[\hat{\Pi}_t]$  и  $\sigma^2[\hat{O}_t]$ .

При отсутствии такой информации при определении искомым дисперсий  $\sigma^2[\hat{\Pi}_t]$  и

$\sigma^2[\hat{O}_t]$  могут быть использованы экспертные оценки, базирующиеся на результатах не только количественного, но и качественного анализа вариаций финансовых потоков и оттоков по проекту. Заметим, что с учетом более субъективного характера дисконта каждого проекта, на наш взгляд, экспертное оценивание является наиболее предпочтительным методом определения его дисперсии.

В условиях значительной неопределенности предполагаемых финансовых притоков, оттоков и дисконта проекта при определении риска снижения  $NPV$  могут быть использованы методы интервального оценивания, также базирующиеся на использовании экспертных оценок – в данном случае границ существования этих показателей [9]. Исходными данными при реализации этих методов являются нижние и верхние границы интервалов существования составляющих  $NPV$  – финансовых потоков и дисконта в каждом году  $t$ . Обозначим нижние границы этих показателей как  $\Pi_t^1$ ,  $O_t^1$ ,  $E_1$ , а верхние – как  $\Pi_t^2$ ,  $O_t^2$ ,  $E_2$ . На основе этих данных с использованием правил интервальной арифметики можно определить нижнюю и верхнюю границы интервала существования  $NPV$  –  $NPV_1$  и  $NPV_2$  соответственно:

$$NPV_1 = \sum_{t=1}^T \frac{\Pi_t^1 - O_t^1}{(1 + E_2)^t},$$

$$NPV_2 = \sum_{t=1}^T \frac{\Pi_t^2 - O_t^2}{(1 + E_1)^t}.$$

Ожидаемое значение  $NPV$  обычно приписывается середине интервала этого показателя:

$$NPV_0 = \frac{1}{2} (NPV_1 + NPV_2).$$

Рисковое значение  $NPV$  может быть определено на основе критерия Гурвица с использованием субъективного показателя уровня пессимизма инвестора  $\lambda \geq 0,5$ :

$$NPV_R = \lambda \cdot NPV_1 + (1 - \lambda) \cdot NPV_2.$$

С учетом этих показателей величина риска снижения  $NPV$  может быть оценена

по аналогии с выражением (1) как разность:

$$R_{NPV} = NPV_0 - NPV_R.$$

### Выводы

Рассмотренные в данной статье методы в целом корректно определяют величину риска снижения  $\widehat{NPV}$  как случайного показателя, зависящего от совокупности также случайных его элементарных составляющих – финансовых потоков и дисконта с учетом отношения инвестора к риску, являющегося субъективной характеристикой. В этом заключаются их основные достоинства. Однако этим методам присущи

и определенные недостатки. В частности, они предполагают необходимость использования значительных объемов исходной информации, отражающей математические ожидания и дисперсии элементарных составляющих  $NPV$ , которая в случае отсутствия ее на практике может быть дополнена экспертными оценками. Это в определенной степени снижает достоверность полученных на их основе результатов. К тому же получение таких массивов исходных данных является достаточно трудоемкой процедурой.

### Список литературы

1. Батьковский А. М., Семенова Е. Г., Трофимец В. Я., Трофимец Е. Н. Оценка рисков инвестиционных проектов на основе имитационного статистического моделирования // Вопросы радиоэлектроники. – 2015. – № 4. – С. 204–222.
2. Бекимбетова Г. М., Шатураев Ж. Н. Основной показатель эффективности инвестиционных проектов – расчет чистой текущей стоимости // The Scientific Heritage. – 2021. – № 77-3. – С. 14–21.
3. Зимин В. А. Инвестиционный проект: его финансирование и эффективность // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 3. – С. 209–211.
4. Ковалев П. П. Особенности оценки рисков инвестиционных проектов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2017. – Т. 7. – № 5А. – С. 251–260.
5. Лившиц В. Н., Миронова И. А., Швецов А. Н. Оценка эффективности инвестиционных проектов в различных условиях // Экономика промышленности. – 2019. – Т. 12. – № 1. – С. 29–43.
6. Сазонов С. П., Пеньков П. Е., Мамедов Ф. Н. Оценка экономической эффективности инвестиционных проектов // Бизнес. Образование. Право. – 2014. – № 4. – С. 24–27.
7. Троицкая Н. Н. Управление рисками инвестиционного проекта // Индустриальная экономика. – 2020. – № 2. – С. 27–31.
8. Platon V., Constantinescu A. Monte Carlo Method in Risk Analysis for Investment Projects // Procedia Economics and Finance. – 2014. – Vol. 15. – P. 393–400.
9. Shvetsova O. A., Rodionova E. A., Epstein M. Z. Evaluation of Investment Projects under Uncertainty: Multi-Criteria Approach Using Interval Data // Entrepreneurship and Sustainability Issues. – 2018. – Vol. 5. – N 4. – P. 914–928.

### References

1. Batkovskiy A. M., Semenova E. G., Trofimets V. Ya., Trofimets E. N. Otsenka riskov investitsionnykh proektov na osnove imitatsionnogo statisticheskogo modelirovaniya [Risk Assessment of Investment Projects Based on Statistical Simulation]. *Voprosy radioelektroniki* [Radio Electronics Issues], 2015, No. 4, pp. 204–222. (In Russ.).
2. Bekimbetova G. M., Shaturaev Zh. N. Osnovnoy pokazatel effektivnosti investitsionnykh proektov – raschet chistoy tekushchey stoimosti [The Main Indicator of the Effectiveness of

Investment Projects – is the Calculation of Net Present Value]. *The Scientific Heritage*, 2021, No. 77-3, pp. 14–21. (In Russ.).

3. Zimin V. A. Investitsionnyy proekt: ego finansirovanie i effektivnost [Investment Project: its Financing and Effectiveness]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and Practice of Social Development], 2013, No. 3, pp. 209–211. (In Russ.).

4. Kovalev P. P. Osobennosti otsenki riskov investitsionnykh projektov [Features of Risk Assessment of Investment Projects]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today, Tomorrow], 2017, Vol. 7, No. 5A, pp. 251–260. (In Russ.).

5. Livshits V. N., Mironova I. A., Shvetsov A. N. Otsenka effektivnosti investitsionnykh projektov v razlichnykh usloviyakh [Evaluation of the Effectiveness of Investment Projects in Various Conditions]. *Ekonomika promyshlennosti* [The Economics of Industry], 2019, Vol. 12, No. 1, pp. 29–43. (In Russ.).

6. Sazonov S. P., Penkov P. E., Mamedov F. N. Otsenka ekonomicheskoy effektivnosti investitsionnykh projektov [Assessment of the Economic Efficiency of Investment Projects]. *Biznes. Obrazovanie. Pravo* [Business. Education. The Right], 2014, No. 4, pp. 24–27. (In Russ.).

7. Troitskaya N. N. Upravlenie riskami investitsionnogo proekta [Risk Management of an Investment Project]. *Industrialnaya ekonomika* [Industrial Economics], 2020, No. 2, pp. 27–31. (In Russ.).

8. Platon V., Constantinescu A. Monte Carlo Method in Risk Analysis for Investment Projects. *Procedia Economics and Finance*, 2014, Vol. 15, pp. 393–400.

9. Shvetsova O. A., Rodionova E. A., Epstein M. Z. Evaluation of Investment Projects under Uncertainty: Multi-Criteria Approach Using Interval Data. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2018, Vol. 5, No. 4, pp. 914–928.

#### **Сведения об авторах**

##### **Николай Петрович Тихомиров**

доктор экономических наук, профессор,  
заслуженный деятель науки  
Российской Федерации, профессор кафедры  
математических методов в экономике  
РЭУ им. Г. В. Плеханова.  
Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический  
университет имени Г. В. Плеханова»,  
109992, Москва, Стремянный пер., д. 36.  
E-mail: Tikhomirov.NP@rea.ru

##### **Татьяна Михайловна Тихомирова**

доктор экономических наук, профессор,  
почетный работник высшего  
профессионального образования Российской  
Федерации, профессор кафедры  
математических методов в экономике  
РЭУ им. Г. В. Плеханова.  
Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический  
университет имени Г. В. Плеханова», 109992,  
Москва, Стремянный пер., д. 36.  
E-mail: Tikhomirova.TM@rea.ru

#### **Information about the authors**

##### **Nikolay P. Tikhomirov**

Doctor of Economics, Professor,  
Honored Scientist of the Russian Federation,  
Professor of the Department for Mathematical  
Methods in Economics of the PRUE.  
Address: Plekhanov Russian University  
of Economics, 36 Stremyanny Lane,  
Moscow, 109992,  
Russian Federation.  
E-mail: Tikhomirov.NP@rea.ru

##### **Tatiana M. Tikhomirova**

Doctor of Economics, Professor,  
Honorary Worker of Higher Professional  
Education of the Russian Federation,  
Professor of the Department  
for Mathematical Methods in Economics  
of the PRUE.  
Address: Plekhanov Russian University  
of Economics, 36 Stremyanny Lane,  
Moscow, 109992, Russian Federation.  
E-mail: Tikhomirova.TM@rea.ru