



УДК 338.45

*Е.А. Родионова, М.З. Эпштейн, Л.В. Петухов*  
*Санкт-Петербург, Россия*

## **МНОГОМЕРНАЯ ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕРВАЛЬНЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ**

*E.A. Rodionova, M.Z. Epstein, L.V. Petukhov*  
*St.-Petersburg, Russia*

### **MULTIVARIABLE ESTIMATION OF INVESTMENT PROJECTS BASED ON THE INTERVAL PREFERENCE RELATION**

Изучена проблема многокритериального выбора варианта инвестиционного проекта в условиях риска. Предложен алгоритм построения кортежа Парето с учетом интервального отношения предпочтения, что позволяет принять оптимальное решение.

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПРОЕКТ. УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ВЫБОР. ПАРЕТО-ОПТИМАЛЬНОСТЬ. ИНТЕРВАЛЬНОЕ ОТНОШЕНИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ. НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА.

This article examines the problem of the multi-criteria choice of an investment project in risk situation. The study presents the algorithm of finding the Pareto set while taking into account interval preference relation. Suggested algorithm can be used by managers to make optimal decisions.

INVESTMENT PROJECT. RISK MANAGEMENT. MULTI-CRITERIA CHOICE. PARETO-OPTIMUM. INTERVAL PREFERENCE RELATION. FUZZY SETS.

В процессе принятия хозяйственных решений выделяют следующие этапы [см., например, 1]:

идентификации проблемной ситуации;

определения целей;

создания системы показателей, в т. ч. критериев принятия решений;

анализа и прогнозирования развития проблемной ситуации, генерирования и выбора альтернатив;

разработки и реализации плана, контроля хода выполнения плана;

анализа результатов деятельности;

корректировки информационной картины проблемной ситуации и, возможно, целей деятельности.

Один из ключевых этапов, определяющих качество принимаемых решений, – выбор альтернативы. Выбор направления инвестирования связан с оценкой эффективности имеющихся альтернатив. Это особенно важно, когда речь идет о стратегических решениях, связанных с расходованием значительных ресурсов.

В экономической науке давно развиваются

подходы, связанные с экономическим обоснованием инвестиционных проектов. Некоторые из них даже закреплены в нормативных документах.

В последнее время наблюдается тенденция более полного учета всего набора целей, стоящих перед хозяйственной организацией. Одна из причин этого – многогранность экономической деятельности, которую трудно отразить одним одномерным показателем. Говорят, например, о необходимости учета экологических и социальных последствий экономической деятельности.

В современной экономической литературе описано значительное количество показателей, позволяющих сравнивать бизнес-проекты. На практике наиболее распространенными являются дисконтированный срок окупаемости (DPP), чистый дисконтированный доход (NPV) и внутренняя норма доходности (IRR) [2, 6].

Данные показатели используются для того, чтобы решить, принять или отклонить проект, или, при наличии альтернативных вариантов, выбрать наиболее эффективный. Они характеризуются

ют эффективность инвестиционного проекта с несколькими отличающимися точками зрения, что нередко ведет к необходимости их совместного учета.

Существуют два основных подхода для расчета срока окупаемости. Один предполагает, что это период, за который владелец получает прибыль, равную инвестированному капиталу. Это означает, что существует бизнес, способный к простому воспроизводству, и инвестор владеет наличностью, эквивалентной его вложениям в проект с учетом фактора времени. Альтернативный подход основывается на подсчете чистого дисконтированного дохода, размер которого покрывает сумму инвестированного капитала.

Расчет первого показателя отражает точку зрения инвестора, а второго – менеджмента предприятия. Сравнение по этим показателям альтернативных проектов, а тем более их динамика под влиянием определяющих эффективность проекта факторов, может приводить к предпочтительности разных вариантов. Так как в нашем наборе присутствует показатель NPV, то целесообразно воспользоваться показателем, рассчитанным по прибыли.

Внутренняя норма доходности также может упорядочивать проекты отличным от показателя NPV способом [3, 4]. Показатель IRR является удельным, он собственно и отражает эффективность капитальных вложений. Таким образом, отчасти решается проблема сравнения проектов с разными суммами инвестиций и сроками реализации. Однако более строгое рассмотрение условий расчета указанных основных показателей приводит к требованию рассмотрения альтернатив, имеющих одинаковые сроки реализации и равные суммы капитальных вложений. Так как на практике это условие бывает выполнить затруднительно, то обычно рекомендуют ориентироваться на показатель NPV.

Приведенные выше соображения указывают на необходимость использования при обосновании эффективности инвестиционных проектов методов многокритериального выбора. В принципе, такие методы известны [1, 7], но они не адаптированы для решения задачи выбора оптимальных инвестиционных решений.

Другая проблема при принятии инвестиционных решений связана с тем, что нередко показатели эффективности могут быть рассчитаны неверно. В первую очередь это связано с неопре-

деленностью окружающей среды. Ее изменения могут уменьшить или увеличить денежные потоки, которые формируются в процессе реализации инвестиционного проекта. Как следствие, с некоторой вероятностью поставленные цели могут быть не достигнуты, и инвестор понесет ущерб.

Размер ущерба и его вероятность определяют риск, характерный для данного вида предпринимательской деятельности. Учет риска является важным элементом, определяющим реалистичность оценки рассматриваемых альтернатив.

Анализ проектных рисков делится на два взаимодополняющих друг друга вида: качественный и количественный. Перед качественным анализом ставится задача определения факторов, областей и видов рисков. Количественный анализ рисков позволяет исследователю определить численно размер выявленных рисков и ущерб от неудачи проекта в целом.

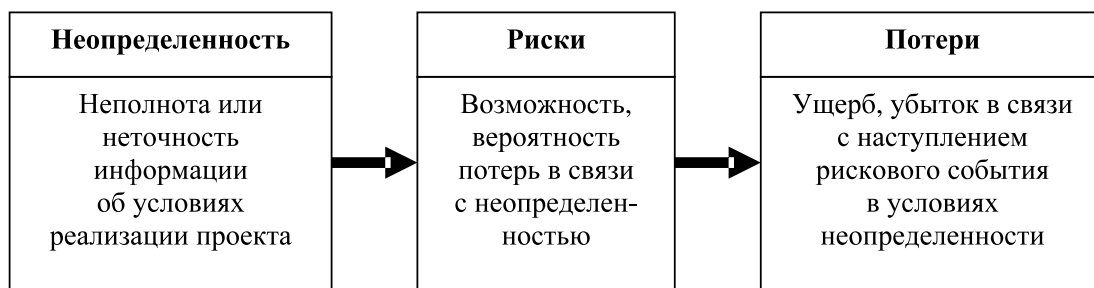
В процессе качественного анализа идентифицируются риски, которые затем классифицируются по этапам жизненного цикла проекта.

Разнообразие проектных рисков значительно усложняет их классификацию. В экономической литературе высказываются различные точки зрения по этой проблеме. Представляется целесообразным использовать классификацию рисков по областям их возникновения: промышленные, финансовые и коммерческие, инвестиционные, политические, экологические, социальные риски [5].

Методика оценки экономической эффективности с учетом риска предполагает выявление в этих областях факторов риска, ситуаций риска и установление их связи с последствиями как результатами экономической деятельности по реализации проекта (см. рисунок).

Под *факторами* риска понимаются такие незапланированные события, которые могут потенциально осуществиться и оказать отклоняющее воздействие на намеченный ход реализации проекта. Факторы риска могут иметь определенные значения. Например, такой фактор, как инфляция, может иметь значение 10 или 20 %, соответственно, и влияние на результат будет разным. В свою очередь, совокупность значений факторов риска и последствия от их реализации представляют собой *ситуацию риска*.

На этапе количественного анализа риска осуществляется количественная оценка отдель-



Взаимосвязь категорий: неопределенность – риски – потери

ных рисков и риска проекта в целом, а также определяется возможный ущерб. Наиболее распространенными методами количественного анализа риска являются: статистические, сценарные, экспертные, аналитические, а также построение дерева решений и имитационное моделирование [5]. Каждый из данных методов имеет свои недостатки, которые могут компенсироваться путем использования комплексного подхода, т. е. путем комбинирования различных методов.

Существующие методики оценки эффективности инвестиционного проекта сводят задачу к выбору по одномерному критерию. Учет риска отражается в современных методиках на основе процедуры оценки чувствительности выбора к изменениям факторов риска и, соответственно, характеристик проекта. Особенность предлагаемого подхода – использование многокритериального выбора и интервальных оценок, отражающих рискованность проекта.

Предлагаемый ниже подход основан на расчете для каждого проекта показателей DPP, NPV и IRR, а также учете неопределенности внешней среды с помощью экспертного оценивания вероятности того, что проект не окупится (вероятности ущерба), и интервалов колебания указанных выше показателей.

Предположим, что проведен опрос экспертов и на основании результатов опроса составлены интервалы оценки показателей (с учетом рисковой составляющей) для нескольких инвестиционных проектов (далее – ИП). Эксперты отразили интервалы оценок как в естественных единицах измерения показателей, так и в баллах. Ставится задача оценить эффективность инвестиционных проектов и выбрать наиболее предпочтительный, построив интервальное отношение предпочтения (ИОП). Отметим, что задача осложняется тем, что показатели эффективности разнородны.

Следуя [9], введем следующие обозначения. Пусть  $P = \{P_\alpha, \alpha = 1 \dots n\}$  – множество вариантов инвестиционных проектов;  $K_i(P_\alpha) = [A_i(P_\alpha); B_i(P_\alpha)]$  – критерии оценки эффективности каждого ИП в интервальном виде;  $i = 1 \dots r, r$  – общее число критериев оценки ИП;  $A_i(P_\alpha)$  и  $B_i(P_\alpha)$  – нижняя и верхняя границы интервала оценки;  $K(P_\alpha) = \{K_1(P_\alpha), K_2(P_\alpha), \dots, K_r(P_\alpha)\} = \{[A_1(P_\alpha); B_1(P_\alpha)], [A_2(P_\alpha); B_2(P_\alpha)], \dots, [A_r(P_\alpha); B_r(P_\alpha)]\}$  – векторный показатель оценок эффективности каждого ИП. Обозначим через  $PP \subset P$  множество Парето-оптимальных ИП с числом элементов  $\beta \leq n$ , для которых выполняется условие доминирования  $PP_{m_1} \succ PP_{m_2} \succ \dots \succ PP_{m_\beta}, m_j = 1 \dots \beta$ . Тогда задача может быть сформулирована так: построить кортеж Парето рассматриваемых вариантов ИП, элементы которого удовлетворяют одному из условий  $K_i(P_{\gamma_j}) = \min[K_i(P_\alpha)], P_{\gamma_j} \in PP$  или  $K_i(P_{\gamma_j}) = \max[K_i(P_\alpha)], P_{\gamma_j} \in PP$ .

Отметим, что скалярный показатель может быть представлен как вырожденный интервал с совпадающими концами  $A_i(P_\alpha) = B_i(P_\alpha)$  [8, 11].

Ввиду сложности проблемы оценки эффективности ИП, многозначности критериев оценки и многообразия сопутствующих факторов, естественным представляется предположение, что у лица, принимающего решение (ЛПР), нет однозначного мнения о предпочтениях представленных вариантов ИП. Наличие интервальных значений показателей, а также несравнимость частных показателей, заданных к тому же в разных единицах измерения, обуславливает целесообразность выбора схемы сравнения вариантов на основе ИОП, когда для сравнения пары вариантов используется не одно значение функции принадлежности, а интервал значений этой функции [8, 9].

Пусть  $m_i$  – ширина интервала оценок по  $i$ -му критерию, тогда, согласно [8], назовем интервальным отношением предпочтения  $R^u$  на множе-

стве  $P_\alpha$  множество декартова произведения  $P_k \times P_l$ , ( $k = 1, \dots, n, l = 1, \dots, n, k \neq l$ ), характеризующееся интервальной функцией принадлежности  $\mu^u K_i(P_k, P_l): P_k \times P_l \rightarrow [-1; 1]$

$$\begin{aligned} \mu^u K_i(P_k, P_l) &= \frac{K_i(P_k) - K_i(P_l)}{m_i} = \\ &= \frac{[A_i(P_k); B_i(P_k)] - [A_i(P_l); B_i(P_l)]}{m_i}. \end{aligned} \quad (1)$$

Значение функции принадлежности  $\mu^u K_i(P_k, P_l)$  характеризует степень выигрыша и степень потерь при признании варианта  $P_k$  доминирующим вариантом  $P_l$  по критерию  $K_i$ .

Интенсивность доминирования варианта  $P_k$  над вариантом  $P_l$  по интервальному критерию  $K_i$  отражает функция принадлежности  $\mu_D^u K_i(P_k, P_l)$ , определяющая отношение строгого (асимметричного) интервального предпочтения

$$\mu_D^u K_i(P_k, P_l) = \mu^u K_i(P_k, P_l) - \mu^u K_i(P_l, P_k). \quad (2)$$

Отношение интервального недоминирования варианта  $P_k$  над вариантом  $P_l$  определим функцией принадлежности:

$$\begin{aligned} \mu_{ND}^u K_i(P_k, P_l) &= \\ &= \begin{cases} 1, \text{ если } \mu_D^u K_i(P_k, P_l) < 0 \\ 1 - \mu_D^u K_i(P_k, P_l), \text{ если } \mu_D^u K_i(P_k, P_l) \geq 0 \end{cases}. \end{aligned} \quad (3)$$

Степень близости варианта  $P_k$  к Парето-оптимальному варианту по  $i$ -му интервальному критерию (или степень «недоминируемости» варианта  $P_k$  ни одним другим вариантом по  $i$ -му интервальному критерию) зададим значением следующей функции принадлежности множеству недоминируемых систем [8, 9]:

$$\mu_D^* K_i(P_k) = \min \mu_{ND}^u K_i(P_k, P_l). \quad (4)$$

Рассмотрим следующую проблему. Предлагается исследовать сравнительную эффективность трех инвестиционных проектов на основе четырех показателей: чистый дисконтированный доход (NPV), дисконтированный срок окупаемости (DPP), внутренняя норма доходности (IRR), показатель рискованности ИП (вероятность некупаемости ИП), отражающий специфику проекта. Проанализируем выбранные критерии и ограничения в их использовании. Известно, что в общем виде NPV есть функция моментов времени реализации денежных потоков проекта (доходов и расходов) и процентной ставки дис-

контирования  $r$  [10]:

$$NPV = \frac{C_1}{(1+r)^{t_1}} + \frac{C_2}{(1+r)^{t_2}} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^{t_n}}. \quad (5)$$

В качестве ставки дисконтирования может быть принята безрисковая ставка процента или ставка процента для проектов той же степени риска, или отраслевой коэффициент эффективности капитальных вложений. По критерию NPV следует выбрать проект с более высоким его значением при одном и том же значении процентной ставки дисконтирования  $r$ . Особенностью критерия NPV является его жесткая зависимость от  $r$ . Необоснованное увеличение  $r$  приводит к снижению NPV даже до отрицательных значений. Тогда хороший проект может быть отвергнут. Вместе с тем уменьшение  $r$  не менее опасно, т. к. значение NPV будет завышено для возможно неэффективного проекта. Задание показателя NPV интервальными значениями освобождает ЛПП от необходимости жесткой привязки к условиям реализации проекта, которые со временем могут измениться. Отметим, что критерий NPV дает оценку ИП в денежных единицах и соответствует выбору по условию  $\max$ .

Дисконтированный срок окупаемости также представляется в виде временного интервала. Здесь выбор лучшего варианта соответствует  $\min$  показателя. Внутренняя норма доходности задается в процентах и также представлена в интервальном виде. Лучший проект по этому показателю соответствует его  $\max$ .

Для оценки риска примем интервальные значения в баллах, полученные на основе следующих рассуждений. В предположении, что процентная ставка  $r$  (следовательно, и NPV) в (5) есть случайная величина, найдем вероятность случайного события  $NPV(r, t) > 0$ ,  $P(NPV(r, t) > 0) = P(r < IRR) = F(IRR)$ . Здесь  $F(x) = P(r < x)$  – функция распределения  $r$ ; IRR – внутренняя норма прибыли, которая находится как решение уравнения  $NPV(t, r) = 0$ . Для разных значений характеристик случайной величины  $r$  найдем вероятности того, что проект не окупится в момент  $t$ , и построим балльные оценки с помощью процедуры нормирования. Второй способ получения оценок риска – попарное сравнение вариантов и оценивание методом Т. Саати. Критерий оценки риска ИП соответствует выбору лучшего варианта из условия  $\min$  показателя.

Таблица 1

Таблица данных

Показатели \ Варианты ИП	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$m_i$
$K_1(P_\alpha) - NPV$ , млн руб.	[60; 70]	[80; 110]	[90; 95]	150
$K_2(P_\alpha) - DPP$ , год	[3,5; 6]	[4; 7]	[3; 7]	10
$K_3(P_\alpha) - IRR$ , %	[15; 16]	[12; 19]	[14; 18]	20
$K_4(P_\alpha) -$ оценка риска, баллы	[3; 9]	[4; 7]	[4,5; 6]	10

Значения  $m_i$  выберем как предельно допустимые значения рассматриваемых показателей, исходя, например, из известных аналогов вариантов ИП. Исходные данные по трем анализируемым ИП представлены в табл. 1.

Используя формулу (1), найдем значения функции принадлежности  $\mu^u K_i(P_k, P_l)$  для каждой пары вариантов по каждому критерию и составим из них оценочные матрицы. Запишем подробнее выражение (1):

$$\mu^u K_i(P_k, P_l) = \frac{[\min\{A_i(P_k) - A_i(P_l); B_i(P_k) - B_i(P_l)\}; \max\{A_i(P_k) - A_i(P_l); B_i(P_k) - B_i(P_l)\}]}{m_i}$$

и обозначим

$$C_i^{kl} = \frac{\min\{A_i(P_k) - A_i(P_l); B_i(P_k) - B_i(P_l)\}}{m_i},$$

$$D_i^{kl} = \frac{\max\{A_i(P_k) - A_i(P_l); B_i(P_k) - B_i(P_l)\}}{m_i}.$$

Тогда

$$\mu^u K_i(P_k, P_l) = [C_i^{kl}; D_i^{kl}]. \quad (6)$$

Очевидно, что интервальная функция принадлежности  $\mu^u K_i(P_l, P_k)$  будет иметь следующий интервальный вид:

$$\mu^u K_i(P_l, P_k) = [-D_i^{kl}; -C_i^{kl}]. \quad (7)$$

Если  $|C_i^{kl}| = D_i^{kl}$ , то значения  $\mu^u K_i(P_l, P_k)$  и  $\mu^u K_i(P_k, P_l)$  совпадают.

На основании формулы (2) составим оценочные матрицы значений функции принадлежности  $\mu_D^u K_i(P_k, P_l)$ , отражающей интенсивность предпочтения для каждой пары вариантов по каждому критерию. Использование выражений (6) и (7) позволяет упростить вычисления, поскольку  $\mu_D^u K_i(P_k, P_l) = [C_i^{kl}; D_i^{kl}] - [-D_i^{kl}; -C_i^{kl}] = [C_i^{kl} + D_i^{kl}; C_i^{kl} + D_i^{kl}]$ .

Тогда получим

$$\mu_D^u K_1(P_\alpha) = \begin{pmatrix} - & 0,033 & 0,4 \\ -0,033 & - & 0,37 \\ -0,4 & -0,37 & - \end{pmatrix},$$

$$\mu_D^u K_2(P_\alpha) = \begin{pmatrix} - & 0,1 & 0,15 \\ -0,1 & - & 0,05 \\ -0,15 & -0,05 & - \end{pmatrix},$$

$$\mu_D^u K_3(P_\alpha) = \begin{pmatrix} - & -0,05 & 0 \\ 0,05 & - & 0,05 \\ 0 & -0,05 & - \end{pmatrix},$$

$$\mu_D^u K_4(P_\alpha) = \begin{pmatrix} - & -0,05 & -0,1 \\ -0,05 & - & -0,15 \\ 0,1 & 0,15 & - \end{pmatrix}.$$

Используя формулы (3) и (4), найдем значения функции принадлежности  $\mu_{ND}^u K_i(P_k, P_l)$  для каждой пары вариантов по каждому критерию и составим значения функции принадлежности множеству недоминируемых вариантов  $\mu_D^* K_i(P_k)$ :

$$\mu_D^* K_1(P_k) = \{0,6, 0,63, 1\},$$

$$\mu_D^* K_2(P_k) = \{0,85, 0,95, 1\},$$

$$\mu_D^* K_3(P_k) = \{1, 0,95, 1\},$$

$$\mu_D^* K_4(P_k) = \{0,95, 1, 0,85\}.$$

На основе анализа значений  $\mu_D^* K_i(P_k)$  можно заключить, что вариант  $P_3$  является лучшим по критериям  $K_1(P_\alpha)$  и  $K_2(P_\alpha)$ , варианты  $P_1$  и  $P_3$  – лучшими по критерию  $K_3(P_\alpha)$ , а вариант  $P_2$  – лучшим

Таблица 2

Значения элементов оценочной матрицы

$S_{kl}^+$	$S_{kl}^-$	$S_{kl}^=$	$C_{kl}^\mu$	$C_{lk}^\mu$	Примечание
$\emptyset$	$\emptyset$	{1..3}	1	1	
{1..3}	$\emptyset$	$\emptyset$	$N_2$	0	
$\emptyset$	{1..3}	$\emptyset$	0	$N_2$	
$\neq \emptyset$	$\emptyset$	$\neq 0$	$N_3$	0	$1 \ll N_3 < N_2$
$\emptyset$	$\neq \emptyset$	$\neq 0$	0	$N_3$	
$\neq \emptyset$	$\neq \emptyset$	$ S_{kl}^=  \geq 0$	Формула (8)	$C_{lk}^\mu = 1 / C_{kl}^\mu$	

по критерию  $K_4(P_\alpha)$  на рассматриваемом множестве вариантов ИП.

Для определения отношения предпочтения на рассматриваемом множестве вариантов ИП воспользуемся методом векторного предпочтения, изложенным в [8, 9]. Поскольку найденные ранее функции принадлежности  $\mu_D^* K_i(P_k)$  характеризуют степень близости варианта  $P_k$  к Парето-оптимальному варианту ИП по критерию  $K_i(P_k)$ , используем их вместо традиционных коэффициентов важности критериев. Сравним попарно варианты  $P_k$  и  $P_l$ , анализируя значения  $\mu_D^* K_i(P_k)$  и введем подмножества  $S_{kl}^+, S_{kl}^-, S_{kl}^=$  лучших, худших и равных значений  $\mu_D^* K_i(P_k)$  и  $\mu_D^* K_i(P_l)$  ( $i = 1..4; k, l = 1, ..3, k \neq l$ ) этих вариантов. Определим элементы оценочной матрицы  $\|C_{kl}^\mu\|$ , исходя из условий, приведенных в табл. 2.

$$C_{kl}^\mu = \left( \sum_{i=1}^3 \mu_D^* K_i(P_k) \right) \left( \sum_{i=1}^3 \mu_D^* K_i(P_l) \right)^{-1}. \quad (8)$$

Тогда получим следующую матрицу предпочтений:

$$\|C_{kl}^\mu\| = \begin{pmatrix} - & 0,963 & 0,883 \\ 1,038 & - & 0,917 \\ 1,132 & 1,091 & - \end{pmatrix}.$$

Применяя методику, предложенную в [9] на основании схемы «жесткого» ранжирования [7], введем следующие показатели:  $G_l^\mu$  – количество элементов  $l$ -го столбца матрицы  $\|C_{kl}^\mu\|$ , значение которых меньше единицы, но больше нуля,  $H_l^\mu$  – количество элементов  $l$ -го столбца, значение которых больше единицы, и показатель  $C_{kl\max}^\mu$ , равный значению максимального элемента  $l$ -го столбца. Тогда  $H_l^\mu$  будет показывать количество вариантов ИП, доминирующих  $l$ -й.  $G_l^\mu$ , напротив, укажет, сколько вариантов ИП доминирует  $l$ -й, а  $C_{kl\max}^\mu$  отразит максимальную степень доминирования  $k$ -го варианта ИП над  $l$ -м.

Представим показатели в виде матрицы (см. табл. 3).

Анализ таблицы показывает, что первый ИП доминирует два варианта, второй – один, и второй ИП доминирует один ИП, третий ИП доминирует оставшиеся два ИП.

Лучшая альтернатива ИП с минимальным значением  $H_l^\mu = 0$  – это вариант  $P_3$ . Для него доминирующие варианты отсутствуют, в отличие от первого и второго. Поэтому третий вариант ИП включаем в кортеж Парето и исключаем из дальнейшего анализа, вычеркивая соответствующую

Таблица 3

Матрица показателей

Варианты ИП / Показатели	$P_1$	$P_2$	$P_3$
$G_l^\mu$	0	1	2
$H_l^\mu$	2	1	0
$C_{kl\max}^\mu$	1,132	1,091	0,917

щие строку и столбец матрицы предпочтений.

Оставшиеся варианты анализируем по новой матрице показателей, используя ту же схему рассуждений.

Окончательно кортеж предпочтений Парето запишется так:  $PP = \{P_3, P_2, P_1\}$ . Следовательно, наилучшим по предпочтению по векторному неоднородному показателю эффективности  $K(P_a) = \{K_1(P_a), K_2(P_a), K_3(P_a)\}$  следует признать третий вариант. Отметим, что предпочтительность третьего варианта ИП стала очевидной уже на основе анализа значений  $\mu_D^* K_i(P_k)$ , поскольку вариант  $P_3$  оказался лучшим по большему числу критериев, чем остальные ИП. Вариант  $P_1$  был признан лучшим по критерию  $K_3(P_a)$ , а вариант  $P_2$  – лучшим по критерию  $K_4(P_a)$  на рассматриваемом множестве вариантов ИП. В кортеже Парето

рассматриваемых вариантов выявилось предпочтение критерия, характеризующего рисковую составляющую векторного показателя эффективности.

Предложенный алгоритм выбора инвестиционного проекта дает возможность учесть многообразие интересов, присущих хозяйственной системе и неопределенность среды, в которой протекает экономическая деятельность. Он в наибольшей степени соответствует процессу принятия сложных профессиональных управленческих решений в коммерческой организации. Это позволяет рекомендовать его для принятия решений по долгосрочным стратегическим проектам, требующим учета значительного количества факторов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукичева, Л.И. Управленческие решения [Текст] / Л.И. Лукичева, Д.Н. Егорычев. –М.: Омега-М, 2006.
2. Савчук, В.П. Оценка эффективности инвестиционных проектов [Текст] / В.П. Савчук. –М.: Феникс, 2007.
3. Стоянова, Е.С. Финансовый менеджмент: теория и практика [Текст] /Е.С. Стоянова, Т.Б. Крылова. –6-е изд., стер. –М.: Перспектива, 2006.
4. Сыроежин, И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества [Текст] / И.М. Сыроежин. –М.: Экономика, 1980.
5. Хохлов, Н.В. Управление риском: Учеб. пособие для студ. вузов [Текст] / Н.В. Хохлов. –М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
6. Мазур, И.И. Управление проектами: Учеб. пособие для студ. вузов [Текст] / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге. –2-е изд., стер. –М.: Омега-Л, 2004.
7. Руа, Б. Проблемы и методы решений в задачах

со многими целевыми функциями [Текст] / Б. Руа // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. –М.: Мир, 1976. –С. 20–58.

8. Орловский, С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации [Текст] / С.А. Орловский. –М.: Наука, 1981.

9. Ведерников, Ю.В. Научно-методический аппарат векторного предпочтения сложных технических систем, характеризующихся показателями качества, заданными в ограниченно-неопределенном виде [Текст] / Ю.В. Ведерников, В.В. Могиленко // Вопросы современной науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. Системный анализ. Автоматизированное управление. –2011. –№ 1 (32). –С. 81–96.

10. Бухвалов, А. Финансовые вычисления для профессионалов [Текст] /А. Бухвалов, В. Бухвалова, А. Идельсон. –СПб.: БХВ, 2001.

11. Serguieva, A. Fuzzy interval methods in investment risk appraisal [Text] /A. Serguieva, J. Hunterb // Fuzzy Sets and Systems. –2004. –№ 142. –P. 443–466.

#### REFERENCES

1. Lukicheva L.I., Egorychev D.N. Upravlencheskie resheniia. –Moscow: Omega-M, 2006. (rus)
2. Savchuk V.P. Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov –Moscow: Feniks, 2007. (rus)
3. Stoianova E.S., Krylova T.B. Finansovy menedzhment: teoriia i praktika; 6-e izd., ster. –Moscow: Perspektiva, 2006. (rus)
4. Syroezhin I.M. Sovershenstvovanie sistemy pokazatelei effektivnosti i kachestva. –Moscow: Ekonomika, 1980. (rus)
5. Khokhlov N.V. Upravlenie riskom: Ucheb. posobie dlia stud. vuzov. – Moscow: IuNITI-DANA, 2001. (rus)
6. Mazur I.I., Shapiro V.D., Ol'derogge N.G. Upravle-

nie proektami: Ucheb. posobie dlia stud. vuzov; 2-e izd., ster. – Moscow: Omega-L, 2004. (rus)

7. Rua B. Problemy i metody reshenii v zadachakh so mnogimi tselevymi funktsiiami / Voprosy analiza i protsedury priniatiia reshenii. –Moscow: Mir, 1976. –S. 20–58. (rus)

8. Orlovskii S.A. Problemy priniatiia reshenii pri nechetkoi iskhodnoi informatsii. – Moscow: Nauka, 1981. (rus)

9. Vedernikov Iu.V. Mogilenko V.V. Nauchno-metodicheskii apparat vektornogo predpochteniiia slozhnykh tekhnicheskikh sistem, kharakterizuiushchikhsia pokazateliami kachestva, zadannymi v ogranichenno-neo-

predelennom vide / Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo. Sistemnyi analiz. Avtomatizirovannoe upravlenie. –2011. –№ 1 (32). –S. 81–96. (rus)

10. Bukhvalov A., Bukhvalova V., Idel'son A. Fin-

ansovye vychisleniia dlia professionalov. – St. Petersburg: BKhV, 2001. (rus)

11. Serguieva A., Hunterb J. Fuzzy interval methods in investment risk appraisal / Fuzzy Sets and Systems. –2004. –№ 142. –P. 443–466