

Оценка эффективности инновационных проектов методом анализа иерархий с помощью программы, разработанной на языке DELPHI

© 2016 г. С.В. Шманев, Е.А. Домогатская*

Применяемые в настоящее время для анализа и контроля процесса инвестирования и результата вложения средств в инновационные проекты критерии, как правило, не учитывают все ограничения, взаимосвязи и взаимозависимости процессов, элементов рассматриваемой системы и дают лишь приблизительные результаты, что подтверждает необходимость разработки новых методов принятия решений и моделей, наиболее полно отражающих как реальные процессы, так и их интуитивное восприятие.

Использование в современной практике управления оптимизационных моделей на базе линейного программирования не учитывает институциональный фактор, не отражает воздействие человеческого фактора и не позволяет снижать рисковость из-за неполноты и не всегда высокого качества информации.

Методы теории нечетких множеств позволяют формализовать неточно сформулированные качественные данные и, задавая нечеткие количественные и качественные оценки с помощью нечетких чисел, устанавливать степень их размытости (неопределенности), что дает возможность исходя из квалификации эксперта использовать конфигурации, определяющие области размытости задаваемых параметров разного уровня.

Разработанная авторами на языке Delphi программа оценки эффективности управления инновационно-инвестиционными проектами на предприятии в условиях неопределенности и риска с использованием методов теории нечетких множеств позволяет значительно упростить проведение сложных расчетов, сократить время вычисления, а следовательно, расширить использование данного метода оценки на практике.

Ключевые слова: инвестиции, инновации, проекты, теория нечетких множеств, модели, программы, процессы, управление, алгоритмы.

Инвестиционные проекты инновационного развития предприятия представляют собой совокупность документов, отражающих все стороны хозяйственной деятельности, включая производственно-технологическую, финансово-экономическую и организационно-правовую. В них отражены цели инвестирования, задачи, которые необходимо решить в ходе реализации проекта, объемы и структура потоков финансовых ресурсов, этапы финансирования и прогнозируемые результаты. Используемые для анализа и контроля процесса инвестирования и результата вложения средств в инновационные проекты критерии и создаваемые на их основе оптимизационные модели, как правило, не учитывают все ограничения, взаимосвязи и взаимозависимости процессов, элементов рассматриваемой системы и дают лишь приблизительные результаты [1,2].

Поэтому использование в современной практике управления оптимизационных моделей на базе линейного программирования, разработанных в свое время российским математиком Л. Канторовичем, сталкивается с неразрешимыми проблемами. Исходя из этого руководители вынуждены при принятии решений во многом полагаться на субъективное мнение экспертов и использовать модели, лишь частично соответствующие реальным процессам. Процессы, протекающие в реальных экономических системах, бывают настолько сложны, а механизмы их взаимодействия настолько неявно выражены, что их сложно формализовать. Причем ограничения, накладываемые на процессы и критерии, которые их характеризуют, во многом зависят от субъективного мнения эксперта и четко не определены. В таких случаях для решения поставленных задач, оценки эффективности инвестиционно-инновационной деятельности и качества управления ими целесообразно применять методы, позволяющие провести корректную формализацию неявно выраженных функциональных зависимостей, связей, параметров и ограничений и использовать алгоритмы, которые смогут описать неоднозначные рассуждения и точки зрения. Именно такой подход особенно ценен при исследовании слишком сложных для традиционных количественных методов систем. Поэтому, моделируя задачи управления экономическими системами и процесса-

* Шманев С.В. — доктор экон. наук, проф., зав. каф. «Макроэкономическое регулирование», ФГОУ ВО Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. 125993, Москва, Ленинградский просп., д. 49. shmanev_s_v@mail.ru.

Домогатская Е.А. — Орловский государственный институт экономики и торговли. 302028, Орел, ул. Октябрьская, д. 12. lele-orel@mail.ru.

ми, протекающими в них, мы вынуждены искать новые подходы, новые методы и пути разрешения проблем. Например, с помощью теории нечетких множеств.

В последние годы теория нечетких множеств стала широко применяться при исследовании экономических и социальных процессов. Это во многом связано с тем, что их моделирование сопряжено с высоким уровнем неопределенности ситуаций из-за ограниченного доступа к необходимой информации и иррациональности человеческого поведения. Эта неопределенность формируется вследствие открытости экономической системы к воздействию внешних факторов и усугубляется сложным, нелинейным в динамике процессом взаимодействия элементов самой системы [2, 3]. Она не позволяет при разработке модели измерить необходимые параметры с требуемой точностью и надежностью, дать четкую информацию по ряду процессов в системе и управляющим воздействиям, что затрудняет корректное выполнение поставленной задачи. Все это, как показала практика, успешно могут разрешить теории нечетких множеств, разработанная Л. Заде [4], и методы, используемые в ней.

Следует отметить, что среди множества методов, используемых при разработке и принятии решений, связанных с управлением инвестиционно-инновационной деятельностью, именно методы теории нечетких множеств позволяют довольно легко формализовать неточно сформулированные качественные данные, что, несомненно, является их неоспоримым достоинством. При этом методы нечетких множеств очень разнообразны, дают возможность в каждом конкретном случае разрабатывать инструментарий и необходимую технологию их применения или же подбирать тот, который больше остальных соответствует обозначенным требованиям. Эффективность использования их для решения разнообразных экономических задач во многом определяется уровнем автоматизации накопления, обработки и использования получаемой информации.

Разрешение данных проблем вполне успешно осуществляется с привлечением методов нечетких множеств, при этом с помощью нечетких аналогий математических понятий можно моделировать особенности человеческих рассуждений и подходов при решении различных задач, призванных обеспечить успешное руководство социально-экономическими системами.

Система управления на предприятии охватывает все стороны деятельности, и для ее анализа применяют такие модели и методы, которые позволяют не только провести анализ динамики самих процессов в системе и оценить характер взаимодействия ее элементов, но и дать количественную и качественную оценку взаимодействия системы с окружающей средой. То есть при решении задачи управления с применением нечетких понятий и оценок происходит увязка условий функционирования предприятия с внутренними целями, при этом учитываются и связываются необходимые параметры с различной степенью неопределенности, а данные по количественным критериям формируются на основе качественной характеристики. Особенность

такого подхода заключается в том, что поиск того или иного решения проблем не связан с усложнением системы за счет роста числа рассматриваемых элементов и возникающих при этом связей [5–8]. При поиске необходимого решения, как правило, используются количественные данные, которые дают возможность проводить формализованный анализ таких из них, как сильные и слабые стороны предприятия, динамика экономического роста, уровень конкурентного преимущества, уровень риска принимаемых решений и т.д. Наличие данной методики может значительно повысить надежность оценки принимаемого решения и, как следствие, его эффективности.

При этом следует отметить, что эта формализация процесса управления с использованием методов нечетких множеств не является стремлением упростить процесс управления, сведением его к механистическому выражению, а представляет собой логическую процедуру упорядочения поиска решений в сложных и динамичных условиях функционирования многогранной и многофункциональной экономической системы, которой является любое предприятие или организация. При этом связи между выбранными параметрами, качество процесса управления и оценка корректирующих воздействий, окружающих предприятие (организацию), можно варьировать. Описанную выше методику можно рассматривать как инструмент, позволяющий при решении конкретной задачи управления определять направление общей политики предприятия, а также ограничительные рамки предпринятых действий и их временные интервалы.

Большинство известных моделей принятия решений в условиях нечеткой информации отражают процесс формализации этих этапов, когда критерии, определяющие цель управления, заданные ограничения, предпочтения и возможные альтернативы считаются заданными. Все эти модели можно представить как совокупность групп, собранных по некоторому признаку, например модели одно- и/или многоэтапные, модели по числу критериев, используемых при решении задачи, или по количеству лиц, принимающих решения. В теории нечетких множеств отдельную группу составляют лингвистические модели принятия решения, представляющие собой нечетко обозначенную логику рассуждений, которая базируется на лингвистическом задании истинности. Как привелось, к задачам математического программирования относят задачи, связанные с отысканием значений экстремума заданной функции при заданном значении возможных альтернатив. С помощью заданной функции (ее еще называют целевая функция) задается какое-то свойство имеющихся альтернатив, которое считают основным. Например, стоимость, качество, полезность, эффективность и т.д. При этом нечеткость построения задач принятия решения при математическом программировании может проявляться как при описании альтернатив, так и при описании целевой функции. В зависимости от способа описания исходной информации формулировка задач нечеткого программирования имеет в каждом случае свои особенности:

а) задачи, в которых нечетко поставленные цели достигаются с помощью нечетко определенных ограничений;

б) задачи, которые решаются при нечетко обозначенном множестве допустимых в данных условиях альтернатив;

в) задачи, в которых цель оптимизации функции или ограничений заменяется на задачи удовлетворения;

г) задачи, в которых программирование осуществляется на базе нечетко заданных коэффициентов, и др.

Если исходить из предпочтений отдельного человека и точек зрения в зависимости от имеющейся информации, то можно выделить три направления при принятии решения: во-первых, это теория принятия группового решения, которая основана на том, что, учитывая личные интересы, участники могут и должны найти одно приемлемое для всех коллективное решение; во-вторых, принятие решения малой группой лиц, когда каждый отстаивает интересы своей группы, как свои личные; и, наконец, в-третьих, принятие решения на основе теории игр, которая основана на допущении, что, несмотря на преследование каждым участником своих личных интересов, это в принципе не мешает им организовывать коалиции и обмениваться необходимой информацией. При этом во всех случаях учитываются неполные знания об окружающем мире и нечеткость информации, используемой в функциях, определяющих динамику и направления процессов [3–6].

Как правило, при решении задач методом коллективного принятия решения используют выражения предпочтений через бинарные отношения множества альтернатив, при этом выделяют два подхода:

1. Поиск возможного удовлетворительного группового решения как интеграция индивидуальных нечетких предпочтений.

2. Выявление упорядоченного множества альтернатив исходя из нечетких предпочтений упорядоченного множества альтернатив. Имеется группа из n лиц, принимающих решение $\{Л_1, Л_2, \dots, Л_n\}$, и множество альтернатив $A = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$, каждое ЛПР имеет четкое отношение предпочтения $\Pi_m: A \times A \rightarrow \{0, 1\}$. Задача состоит в построении совместного группового упорядочения посредством отображения $F: \Pi_1 \cdot \Pi_2 \cdot \dots \cdot \Pi_n \rightarrow \Pi_0$. Различие мнений отдельных ЛПР обуславливает нечеткость отношения «общественного» предпочтения на декартовом произведении $A \times A$ с функцией принадлежности $\mu_{\Pi_0}(a_i, a_j) \in [0, 1]$. Функция принадлежности нечеткого отношения Π_0 может назначаться в форме:

$$\mu_{\Pi_0}(a_i, a_j) = \frac{1}{n} B(\delta_{ij}),$$

где $\delta_{ij} = \{\Pi_m | a_i > a_j\}$, $B(\delta_{ij})$ – число элементов в δ_{ij} , т.е. число лиц, считающих, что a_i предпочтительнее a_j . Процедура получения окончательного четкого решения на основе ранее построенной матрицы «общественного» предпочтения Π_0 [2, 3] основана на введении отношения; уровня нечеткого отношения μ_{Π_0} , интерпрети-

руемого как «уровень согласия в группе». Необходимо максимизировать этот уровень согласия из условия полноты соответствующего отношения порядка.

Если рассмотреть классическую теорию коллективного решения, в основе которой лежит теорема Эрроу [9], то она основана на утверждении, что функция группового предпочтения может быть построена только при наличии диктаторского подавления одним (в ряде случаев нескольких доминант) мнения остальных участников. В этом случае мнение отдельного индивидуума, если оно не совпадает с мнением доминанта, практически не учитывается [1, 10]. Однако при рассмотрении ситуации, в которой коллектив представляет устойчивую систему, т.е. имеется хотя бы одна четкая инструкция, работающая в условиях нечеткого управления, можно найти приемлемое решение. Если же нет ни одной четкой инструкции, то коллектив, принимающий решение, представляет собой иерархию с наличием лидера, который в силу своих личностных особенностей создает вокруг себя группу единомышленников или, в крайнем случае, путем подавления воли остальных участников – группу исполнителей – вариант диктата, генерирует различные варианты решений. Такая иерархия имеет более гибкую систему функционирования, чем диктаторская, т.к. она позволяет лидеру, как правило, просто конкретизировать коллективу нечеткие инструкции или нечеткую информацию, при этом вполне возможно решение, удовлетворяющее в принципе всех.

При решении задач инвестирования инновационных проектов в условиях риска и неопределенности целевую функцию необходимо строить на основе независимых критериев.

Рассмотрим применения теории нечетких множеств на примере оценки приемлемости того или иного инновационного проекта [11]. Пусть перед руководством предприятия стоит цель – разработать, оценить и выбрать наиболее рациональный проект.

Описание альтернатив

1. Проект, связанный с разработкой новой инновационной технологии, способствующей реализации замкнутого производственного цикла, обеспечивающего безотходное производство детских пластмассовых игрушек (a_1).

Проект планируется реализовать за 10 месяцев.

Окупаемость проекта составит 2,6 года.

Проект предполагает следующий объем инвестиций – 0,84 млн долл.

Прогнозируемая рентабельность – 7,591 %.

Прогнозируемая прибыль – 370 000 долл. в год.

Проект имеет высокую степень производственного риска и средний уровень инвестиционного риска.

2. Проект предполагает расширение производства и установку дополнительной линии (a_2).

Проект планируется реализовать за 8 месяцев.

Планируемый срок окупаемости проекта составит 2,3 года.

Объем инвестиций составляет 0,45 млн долл.

Метод анализа иерархий.

Критерий выбора. (const)

Cc	Cr	Ci	Wc
Cr	1	1	0.5
Ci	1	1	0.5

Критерий риска.

Cr	C1	C2	Wr
C1	1,0000		
C2		1,0000	

Критерий дохода.

Ci	C3	C4	C5	Wi
C3	1,0000			
C4		1,0000		
C5			1,0000	

Введите значения 5 критериев.

C1	a1	a2	a3	W1
a1	1,0000			
a2		1,0000		
a3			1,0000	

C2	a1	a2	a3	W2
a1	1,0000			
a2		1,0000		
a3			1,0000	

C3	a1	a2	a3	W3
a1	1,0000			
a2		1,0000		
a3			1,0000	

C4	a1	a2	a3	W4
a1	1,0000			
a2		1,0000		
a3			1,0000	

C5	a1	a2	a3	W5
a1	1,0000			
a2		1,0000		
a3			1,0000	

Полученные результаты.

Wr	1	2	3

Wi	1	2	3

Wc	1	2	3

Пуск

Рис. 1. Программа «Метод анализа иерархий» в общем виде
[The «Analytic Hierarchy Process» in a general way]

Прогнозная рентабельность – 3,354 %.
 Прогнозируемая прибыль – 127 000 долл. в год.
 Предполагается, что проект будет иметь низкую степень производственного риска и очень высокую степень инвестиционного риска.
 3. Проект нового цеха по производству изделий для пищевой промышленности (a_2).
 Проект планируется реализовать в течение 12 месяцев.
 Планируемый срок окупаемости проекта составит 4,1 года.
 Объем необходимых инвестиций составляет 0,65 млн долл.
 Прогнозируемая рентабельность – 14,247 %.
 Предполагаемая прибыль – 460 000 долл. в год.
 Проект имеет очень высокий уровень производственного риска и средний уровень инвестиционного риска.

Для анализа имеющихся альтернатив с помощью метода анализа иерархий воспользуемся специально разработанным в этих целях программным обеспечением. Данная программа написана на языке программирования *Delphi*. Она позволяет распределить критерии по группам, которые будут приведены и описаны в процессе решения, соотнести их значения между собой, а также произвести иерархический синтез. Программа выглядит следующим образом.

В программе имеется три секции, которые взаимосвязаны между собой и являются поэтапным решением ЗЛП (задачи лингвистического программирования) с помощью метода анализа иерархий:

1. Окно описания иерархии критериев (на верхнем уровне – c_c (*choice* – параметры выбора), на втором уровне: обобщенные c_r – параметры рисков и c_i – параметры дохода, на третьем – рассматриваемые критерии c_1, c_2, \dots, c_5), представленное на **рис. 1**.

C_c является постоянной матрицей, т.к. в ходе решения группы оценки риска и прибыли одинаково

важны. Далее мы соотнесли по этим совокупностям имеющиеся критерии.

Для сопоставления альтернатив в данной матрице и далее воспользуемся подходом, лежащем в основе импликации Лукасевича [12], согласно которой для сравнения критериев мы можем использовать коэффициенты от 1 до 9, где 1 – полное соответствие (равенство), 9 – значение максимальной вариативности. После чего заполним матрицу коэффициентов относительной важности групп критериев (**рис. 2**):

Критерий выбора. (const)

Cc	Cr	Ci	Wc
Cr	1	1	0.5
Ci	1	1	0.5

Критерий риска.

Cr	C1	C2	Wr
C1	1,0000	0,2500	0,2000
C2	4,0000	1,0000	0,8000

Критерий дохода.

Ci	C3	C4	C5	Wi
C3	1,0000	5,0000	5,0000	0,7143
C4	0,2000	1,0000	1,0000	0,1429
C5	0,2000	1,0000	1,0000	0,1429

Пуск

Рис. 2. Расчет коэффициентов относительной важности критериев по группам
[Calculation of the coefficients of the relative importance of the criteria for groups]

где w_c – коэффициент относительной важности по c_c (c – *choice* – выбор);

w_r – коэффициент относительной важности по c_r ;

w_i – коэффициент относительной важности по c_i .

2. Окно сравнения альтернатив в соответствии с представленными критериями:

c_1 – срок реализации проекта;

c_2 – окупаемость проекта;

c_3 – объем инвестиций;

c_4 – прогнозируемая рентабельность;

c_5 – прогнозируемая прибыль.

Исходя из имеющихся по каждой из альтернатив данных построим матрицы соотношения альтернатив по критериям по тому же принципу, что и матрицы соотношения критериев по группам (рис. 3).

Введите значения 5 критериев.

C1	a1	a2	a3	W1
a1	1,0000	2,0000	3,0000	0,4276
a2	0,5000	1,0000	0,2000	0,1211
a3	0,3333	5,0000	1,0000	0,4513

C2	a1	a2	a3	W2
a1	1,0000	0,5000	0,2000	0,1008
a2	2,0000	1,0000	6,0000	0,5336
a3	5,0000	0,1667	1,0000	0,3656

C3	a1	a2	a3	W3
a1	1,0000	5,0000	3,0000	0,6413
a2	0,2000	1,0000	0,5000	0,1211
a3	0,3333	2,0000	1,0000	0,2375

C4	a1	a2	a3	W4
a1	1,0000	3,0000	0,5000	0,3207
a2	0,3333	1,0000	0,2000	0,1093
a3	2,0000	5,0000	1,0000	0,5701

C5	a1	a2	a3	W5
a1	1,0000	3,0000	0,5000	0,3439
a2	0,3333	1,0000	0,2500	0,1210
a3	2,0000	4,0000	1,0000	0,5350

Пуск

Рис. 3. Коэффициенты относительной важности альтернатив по каждому из критериев
[The coefficients of the relative importance of alternatives for each of the criteria]

Коэффициенты рассчитываются по группам (риска, прибыли, выбора) и сравниваются в соответствии с установленными условиями:

по w_r наилучшим значением является минимальное, т.е. лучшее a_i – то, для которого $w_r \rightarrow 0$;

по w_i наилучшая альтернатива – это альтернатива, имеющая максимальный коэффициент, т.е. для a_i $w_i \rightarrow 1$ (очень редко коэффициент данной совокупности бывает больше или равен 0,6 – такие альтернативы, бесспорно, являются прибыльными и почти не несут за собой никаких рисков);

правило сравнения коэффициентов w_c заключается в том, что наилучшее значение выбирается в зависимости от того, что для нас важнее – наименьшие риски или наибольшая прибыль.

Вследствие иерархического синтеза полученных коэффициентов получаем значения коэффициентов относительной важности по каждой из групп критериев.

Прежде чем определить, какой из проектов является для нас желаемым (наиболее прибыльным и менее рискованным), мы должны, как уже было сказано выше, определить критерий выбора (какая из групп для нас важнее – прибыль или риск) – в нашем случае оптимальной является та альтернатива, прибыль от которой максимальна.

В нашем случае матрица коэффициентов относительной важности выглядит следующим образом:

$$1. w_{a_1} = \begin{bmatrix} 0,1661 \\ 0,5530 \\ 0,3596 \end{bmatrix}; 2. w_{a_2} = \begin{bmatrix} 0,4511 \\ 0,1194 \\ 0,2853 \end{bmatrix}; 3. w_{a_3} = \begin{bmatrix} 0,3828 \\ 0,3275 \\ 0,3551 \end{bmatrix}.$$

Таким образом, наиболее приемлемым проектом является тот, значение w_r которого минимально, а w_i и w_c – максимальны. Следовательно, оптимальной (наиболее выгодной) альтернативой является a_1 , для которой $w_r = 0,1661$, $w_i = 0,5530$, $w_c = 0,3596$. То есть проект, связанный с разработкой новой инновационной технологии, способствующей реализации замкнутого производственного цикла, обеспечивающего безотходное производство детских пластмассовых игрушек.

Таким образом, при решении задач инвестирования инновационных проектов в условиях риска и неопределенности оценку эффективности альтернативных инновационно-инвестиционных проектов можно проводить методом анализа иерархий, используя программу, разработанную на языке Delphi, с помощью которой целевая функция строится на основе независимых критериев.

Библиографический список

1. Шманев С.В. Синергетико-институциональный подход к управлению инвестиционными процессами. М.: Машиностроение, 2007. 220 с.
2. Шманев С.В. Методология управления инвестициями в промышленности (синергетико-институциональный подход): дис. ... д-ра экон. наук. М., 2007. 258 с.
3. Деревянко П.М. Оценка риска и эффективности инвестиционного проекта с позиций теории нечетких множеств // Мягкие вычисления и измерения (SCM'2004)/ VII международная конференция. СПб.: СПбГЭТУ, 2004. С. 167–171. URL: <http://fuzzylib.narod.ru> (дата обращения: 10.01.2016).
4. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений. В кн.: «Математика сегодня». М.: Знание, 1974. 64 с.
5. Шманев С.В., Паршутин И.Г. Динамическая модель прогнозирования эффективности инвестиций в инновационные проекты на промышленном предприятии // Вестник ОрелГИЭТ. 2011. № 4 (18). С. 34–42.
6. Шманев С.В., Власов С.Н. Управление инновационными рисками на предприятии в условиях ограниченной информации // Транспортное дело России. 2010. № 2 (75). С. 13–18.
7. Шманев С.В., Паршутин И.Г. Проблемы и перспективы осуществления инновационной деятельности в России // Известия Юго-Западного государственного университета. 2012. № 1 (40). С. 166–176.
8. Шманев С.В. Реинжиниринг бизнес-процессов как фактор стратегического прогнозирования инновационного развития предприятия // Вестник ОрелГИЭТ. 2015. № 1 (11). С. 12–18.
9. Мировая экономическая мысль. Сквозь призму веков. В пяти томах. Т. 5. Кн. 1: Всемирное признание. Лекции нобелевских лауреатов. М.: Мысль, 2004. С. 724.

10. Нечаев Н.И. Эффективный менеджмент: регулирование процессов в бизнесе через бизнес-процессы // ЭКО. 2002. № 6. С. 49–61.

11. Домогатская Е.А. Методика управления бизнес-процессами инновационно-ориентирован-

ного предприятия и оценка их эффективности на базе системного подхода: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. М., 2015. 198 с.

12. Карпенко А.С. Логика Лукасевича и простые числа. М.: Наука, 2000. 318 с.

Ekonomika v promyshlennosti = Economy in the industry
2016, no. 1, January – March, pp. 52–57.
ISSN 2072-1633 (print)
ISSN 2413-662X (online)

Estimate of alternative innovative and investment projects using the analytic hierarchy process with the developed at DELPHI program

S.V. Shmanev – Financial University under the Government of the Russian Federation, 49 Leningradsky Prospekt, Moscow 125993, Russia, shmanev_s_v@mail.ru.

E.A. Domogatskaya – Orel State Institute of Economy and Trade, 12 October Str., Orel 302028, Russia, lele-orel@mail.ru.

Abstract. The criteria which are currently used for analysis and control of the investment process and the result of investing in innovative projects do not take into account all the constraints, interrelation and interdependence of processes, elements of the system and give only approximate results, confirming thus the necessity to develop new decision-making methods and models, best reflecting both actual processes and their intuitive perception. The usage of modern management practices of optimization models, based on linear programming, does not consider institutional factors, does not reflect the impact of the human factor and does not allow to reduce the riskiness due to incompleteness and a rare meeting to high-quality information. Methods of fuzzy sets theory allow to formalize not exactly formulated qualitative data, at that, by setting the value of qualitative and quantitative assessment using fuzzy numbers helps also to establish their degree of fuzziness (uncertainty), which makes it possible, based on the qualifications of the expert to use a configuration that defines the area of blur at various levels set parameters. The program of estimation of management in innovative-investment projects at the enterprise efficiency in the conditions of uncertainty and risk with use of methods of fuzzy sets theory is developed by authors in Delphi and allows to considerably simplify performing difficult calculations, to reduce calculation time, and, finally, to expand the practical use of estimation methods

Keywords: investments, projects, the theory of fuzzy sets, models, programs, processes, control algorithms, Delphi language.

References

1. Shmanev S.V. *Sinergetiko-institutsional'nyi podkhod k upravleniyu investitsionnymi protsessami* [Synergetics-institutional approach to the management of investment processes]. Moscow: Mashinostroyeniye, 2007. 220 p. (In Russ).
2. Shmanev S.V. *Metodologiya upravleniya investitsiyami v promyshlennosti (sinergetiko-institutsional'nyi podkhod)* [The methodology of the investment management industry (Synergetics-institutional approach)]: diss. ... d-ra ekon. nauk. Moscow, 2007. 258 p. (In Russ).

3. Derevyanko P.M. Risk assessment and the effectiveness of the investment project from the standpoint of theory of fuzzy sets. *Soft Computing and Measurements (SCM 2004): VII mezhdunarodnaya konferentsiya* St. Petersburg: SPbGETU, 2004. Pp. 167–171. Available at: <http://fuzzylib.narod.ru> (accessed: 10.01.2016). (In Russ).

4. Zade L.A. *Osnovy novogo podkhoda k analizu slozhnykh sistem i protsessov prinyatiya reshenii* [A new approach to the analysis of complex systems and decision-making processes]. *V kn.: «Matematika segodnya»*. Moscow: Znanie, 1974. 64 p. (In Russ).

5. Shmanev S.V., Parshutina I.G. Dynamic model for predicting the effectiveness of investments in innovation projects in an industrial plant. *Vestnik OrelGIET*. 2011. No. 4 (18). Pp. 34–42. (In Russ).

6. Shmanev S. V., Vlasov S. N. Innovative risk management at the enterprise in the conditions of limited information. *Transportnoye delo Rossii*. 2010. No. 2 (75). Pp. 13–18. (In Russ).

7. Shmanev S. V., Parshutina I. G. Problems and prospects of realization of innovative activity in Russia. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta*. 2012. No. 1 (40). Pp. 166–176. (In Russ).

8. Shmanev S. V. Re-engineering of business processes as a factor of strategic forecasting of innovative development of the enterprise. *Vestnik OrelGIET*. 2015. No. 1 (11). Pp. 12–18. (In Russ).

9. *Mirovaya ekonomicheskaya mysl'. Skvoz' prizmu vekov v pyati tomakh. Tom 5, kn. 1* [World economic thought. Through the prism of centuries in 5 volumes. Vol. 5. Book 1]. Moscow: Mysl', 2004. P. 724. (In Russ).

10. Nechaev N.I. Effective management: manage processes in the business through business processes. *EKO*. 2002. No. 6. Pp. 49–61. (In Russ).

11. Domogatskaya E.A. *Metodika upravleniya biznes-protsessami innovatsionno orientirovannogo predpriyatiya i otsenka ikh effektivnosti na baze sistemnogo podkhoda* [The methodology for managing business processes innovation-oriented enterprises and evaluate their effectiveness on the basis of a systematic approach]: diss. ... kand. ekon. nauk: 08.00.05. Moscow, 2015. 198 p. (In Russ).

12. Karpenko A.S. *Logika Lukasevicha i prostye chisla* [Logic Lukasiewicz and prime numbers]. Moscow: Nauka, 2000. 318 p. (In Russ).

Information about authors: S.V. Shmanev – Doctors of Economic Sciences, Professors, Head of the Chair.

E. A. Domogatskaya – Candidate of Economics Sciences.