

УДК 504.4.06

М.Ю. Лосев¹, Ю.Н. Кононов², Ю.М. Лосева¹

¹ Харківський національний економічний університет, Харків

² Донецький національний університет, Донецьк

МЕТОДИКА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В работе рассматривается методика многокритериальной оценки состояния технико-экономических систем, которые описываются множеством показателей. Методика позволяет определять вероятностные характеристики при нечетко-множественном интервальном анализе показателей различной природы и позволяет избежать неоднозначности, возникающей при свертке частных критериев и ограничений в некоторый глобальный критерий качества.

Ключевые слова: многокритериальная оценка, сложная система, функция принадлежности, лингвистическая переменная, срочная ликвидность, оборотность активов, финансовая независимость.

Введение

В процессе управления сложными техническими или организационными системами возникает необходимость решения множества многокритериальных оптимизационных задач. При этом наиболее сложными являются многокритериальные задачи, которые решаются в условиях неопределенности и относятся к классу нечетких. Нечеткость задачи может быть обусловлена нечеткостью цели и соответствующим нечетким описанием целевой функции. Нечеткими могут быть множества альтернатив, рациональный выбор из которых представляет собой решение задачи. Основой для формирования такого решения является объективная оценка состояния сложной системы.

Базовой проблемой математической формализации оценки состояния систем с множеством параметров и частных критериев является представление различных неопределенных характеристик в единой универсальной форме. На практике при формальном описании реальных неопределенностей наиболее часто используются три основных способа представления таких данных. Неопределенные характеристики могут быть заданы нечеткими интервалами, четкими интервалами или распределениями вероятностей. В качестве основного универсального способа представления неопределенностей в [1] принят нечетко-интервальный подход. Два других способа представления неопределенностей сводятся к этому базовому варианту описания [2, 3].

Одной из важнейших проблем является формирование глобального критерия качества для равнозначимых и неравнозначимых частных критериев и ограничений. Характерной чертой большинства реальных процессов является

непрерывность изменения параметров, определяющих критерии оптимальности. В таких условиях пространство альтернатив становится бесконечным, что делает невозможным применение методов теории принятия решений, основанных на анализе частных показателей качества при конечном наборе решений [4]. Такие задачи обычно решаются путем формирования тем или иным способом свертки частных критериев и ограничений в некоторый глобальный показатель качества, экстремум которого определяет точку оптимума. Как указывается в [5], процедура свертки не может быть до конца формализована и определяется спецификой задачи, целями, опытом и интуицией исследователя. В работе [6] показано, что различные способы свертки критериев могут приводить к существенно отличающимся итоговым результатам, что свидетельствует об определяющем значении этапа формирования глобального критерия при решении многокритериальных задач. Поэтому целесообразно рассмотреть некоторые особенности процесса формирования свертки частных критериев, провести анализ обобщенного показателя качества состояния сложной системы при описании частных критериев функциями принадлежности.

Основной материал

Процесс оценки состояния сложной системы основывается на определении значений лингвистических переменных. Заде определяет лингвистическую переменную так [1]:

$$\Omega = \langle \omega, T(\omega), U, G, M \rangle, \quad (1)$$

где ω - имя переменной, T - совокупность ее лингвистических значений, U - носитель, G - синтаксическое правило, порождающее термы множества T , M - семантическое правило, которое

каждому лингвистическому значению ω ставит в соответствие его смысл $M(\omega)$, причем $M(\omega)$ обозначает нечеткое подмножество носителя U .

К примеру, зададим лингвистическую переменную $\Omega = \langle \text{Значение параметра} \rangle$. Определим синтаксическое правило G как определение «хорошее», налагаемое на переменную Ω . Тогда полное терм-множество значений $T = \{ T_1 = \langle \text{Хорошее} \rangle, T_2 = \langle \text{Удовлетворительное} \rangle, T_3 = \langle \text{Плохое} \rangle \}$. Носителем U выступает числовое значение параметра. И на этом носителе определены три функции принадлежности: для значения $T_1 - \mu_{T_1}(u)$, $T_2 - \mu_{T_2}(u)$, $T_3 - \mu_{T_3}(u)$, причем первая из них отвечает нечеткому подмножеству M_1 , вторая – M_2 , а третья M_3 .

На рис. 1 приведены функции принадлежности коэффициента быстрой ликвидности.

Таким образом, конструктивное описание лингвистической переменной завершено. Однако реальное значение исследуемого параметра (критерия) может представлять собой нечеткое число с соответствующей функцией принадлежности $\mu_X(u)$.

Неустраняемая информационная неопределенность истинного значения критерия влечет столь же неустраняемый риск принятия решения. Всегда остается возможность того, что значение критерия, признано состоятельным, окажется неудовлетворительным, поскольку достигнутые значения параметров отклонились от ожидаемых, или же какие-либо факторы не были учтены. Лицо, принимающее решение (ЛПР) никогда не будет располагать всеобъемлющей оценкой риска, так как число разнообразий внешней среды всегда превышает управленческие возможности [1], и обязательно найдется сценарий развития событий, который, будучи неучтен заранее может состояться и повлиять на управляемый процесс. В то же время ЛПР обязано прилагать усилия по повышению уровня своей осведомленности и пытаться измерять рискованность своих решений. Если степень риска будет расти до недопустимых значений, а ЛПР не

будет об этом знать, то оно обречено действовать вслепую. Таким образом, задача принятия решения о состоянии системы по значению критерия приведенной выше постановке есть процесс принятия решения в «расплывчатых» условиях.

Оценить состояние системы на основе лингвистической переменной и в условиях неопределенности значения критерия можно, используя понятие вероятности принадлежности величины критерия тому или иному значению этой переменной. Тогда, для случая, изображенного на рис.1, в качестве такой оценки получим три числа $P(X \in M_1)$, $P(X \in M_2)$ и $P(X \in M_3)$, которые представляют собой вероятности принадлежности соответственно нечетким подмножествам M_1 , M_2 , M_3 .

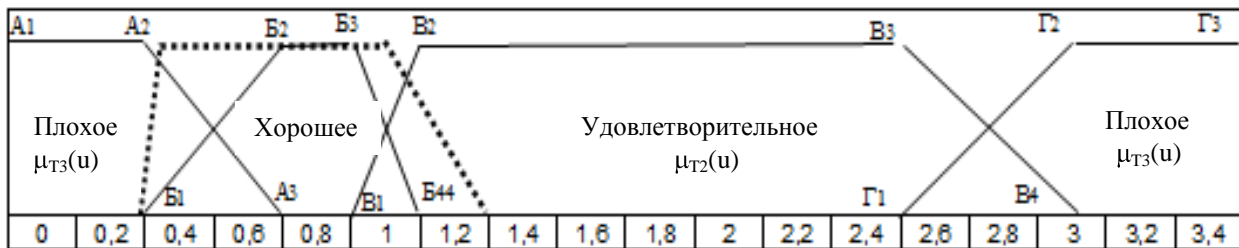
Оценить вероятности принадлежности критерия этим нечетким подмножествам можно на основе методики сравнения четких (или нечетких) интервалов [3]. При этом каждое нечеткое число, соответствующее определенному значению лингвистической переменной, а также нечеткое число, характеризующее возможные значения критерия представляются совокупностью α -уровней. На каждом α -уровне можно выполнить сравнение интервалов, оценив вероятность их равенства или неравенства.

Задача сравнения интервалов $A = [a_1, a_2]$ и $B = [b_1, b_2]$ формулируется как задача определения вероятности $P(B = A)$, под которой понимается вероятность того, что случайная точка b_i из интервала B может совпадать со случайной точкой a_i из интервала A , т.е.

$$P(B = A) = P(b_i = a_i, b_i \in B, a_i \in A).$$

Пусть $A = [a_1, a_2]$ и $B = [b_1, b_2]$ – независимые интервалы, и $a \in [a_1, a_2]$, $b \in [b_1, b_2]$ – случайные величины, равномерно распределенные на этих интервалах. Поскольку речь идет о четких интервалах, никакое другое распределение, кроме равномерного, не будет иметь смысла [3].

Пусть имеется множество событий H_k , которые представляют собой полную группу событий,



$A_1 A_2 A_3$ и $\Gamma_1 \Gamma_2 \Gamma_3$ – функция принадлежности плохим значениям показателя;

$B_1 B_2 B_3 B_4$ – функция принадлежности хорошим значениям показателя;

$V_1 V_2 V_3 V_4$ – функция принадлежности удовлетворительным значениям показателя.

Рис. 1. Функции принадлежности коэффициента быстрой ликвидности

включающую все случаи попадания случайных величин a и b в различные подинтервалы A_i и B_j интервалов A и B , соответственно. Пусть $P(H_k)$ - вероятность события H_k и $P(B = A/H_k)$ – условная вероятность события $B=A$ при выполнении H_k .

Расчет полной вероятности $P(B=A)$ события H_k можно выполнить в соответствии с выражением:

$$P(B = A) = \sum_k P(H_k) P(B = A / H_k), (2)$$

где $P(H_k)$ – вероятность события H_k и $P(B = A/H_k)$ – условная вероятность события $B = A$ при выполнении H_k . Ввиду принятого допущения о том, что случайные величины равномерно распределены на интервалах, величины $P(H_k)$ могут вычисляться геометрически.

Далее определим значения условных вероятностей $P(B = A/H_k)$.

Интервал, соответствующий α -уровню нечеткого критерия может пересекаться с таким же α -уровнем любого из нечетких состояний (значений лингвистической переменной), кроме того, один интервал может быть полностью поглощен другим интервалом, а также интервалы могут не иметь общих областей.

При сравнении двух интервалов $A = [a_1, a_2]$ и $B = [b_1, b_2]$ перечисленные ситуации описываются с помощью следующих выражений:

$$P(B = A) \neq 0, a_1 < b_1 \ \& \ b_1 < a_2 < b_2;$$

$$P(B = A) \neq 0, a_1 > b_1 \ \& \ a_2 < b_2;$$

$$P(B = A) = 0, a_2 < b_2.$$

Будем полагать, что для пересекающихся интервалов в общей области пересечения ($a \in [b_1, a_2]$ & $b \in [b_1, a_2]$), интервалы эквивалентны и $A = B$, что соответствует возникновению события H_p . Таким образом, $P(A = B/H_p) = 1$ ($P(B > A/H_p) = 0$ и $P(B < A/H_p) = 0$). Поскольку мы имеем дело с равномерными распределениями случайных величин a и b , то условия рассматриваемого случая полностью совпадают с условиями вероятностной оценки равенства интервалов в [3]. А сами вероятности определяются в соответствии с выражениями:

$$P(B = A) = (a_2 - b_1)^2 / ((a_2 - a_1) \cdot (b_2 - b_1)); (3)$$

$$P(B = A) = (b_2 - b_1) / (a_2 - a_1); (4)$$

$$P(B \in A) = 1. (5)$$

Первое выражение соответствует случаю пересекающихся интервалов, причем

$$a_1 < b_1 \ \& \ b_1 < a_2 < b_2.$$

Второе и третье выражения соответствуют

случаю, когда интервал B полностью поглощен интервалом A ($B \in A$). Следует отметить, что в отличие от [3], в данном случае определяется не просто вероятность равенства интервалов, а вероятность принадлежности одного интервала другому. Поэтому, для условий, приведенных выше интервал B полностью принадлежит интервалу A , вероятность $P(B \in A)=1$. Существует случай, при котором один из интервалов (например, интервал B) вырождается в точку, то есть $b_1 = b_2$ и поглощается интервалом A . Тогда вероятность принадлежности интервала A интервалу B $P(A \in B) = 0$.

В результате вычисления вероятности принадлежности интервалов, на каждом α -уровне нечеткого множества значений критерия Φ_B , интервалам соответствующих α -уровней нечеткого подмножества значений лингвистической переменной Ω_A , получим совокупность значений вероятностей

$$P(B \in A, \alpha_i), \ i=1 \dots n,$$

где n – количество α -уровней.

Таким образом, принадлежность одного нечеткого множества другому нечеткому множеству может характеризоваться нечеткой вероятностью принадлежности с диапазоном значений

$$\min(P(B \in A, \alpha_i)) < p_n < \max(P(B \in A, \alpha_i)).$$

В качестве четкого показателя такой характеристики можно использовать среднюю вероятность принадлежности одного нечеткого множества другому, которая будет вычисляться в соответствии с выражением:

$$P(\Phi_B \in \Omega_A) = \sum_i P(\alpha_i) P(B \in A, \alpha_i), (6)$$

где $P(\alpha_i)$ – вероятность возникновения α -уровня.

Рассмотрим процесс вычисления вероятности принадлежности одного нечеткого множества другому нечеткому множеству на примере. Пусть состояние предприятия характеризуется тремя показателями: показатель срочной ликвидности; показателя оборотности активов и показателя финансовой независимости.

Показатель ликвидности определяет конкурентоспособность предприятия, его потенциал в деловом сотрудничестве, оценивает в какой степени гарантированы экономические интересы самого предприятия и его партнеров по финансовым и другим отношениям. Теоретически нормальным считается значение коэффициента в районе единицы [4]. Однако эта оценка носит условный характер. Так, в работе [5] указывается, что этот показатель должен находиться в диапазоне 0,3–0,7, согласно [5] рекомендуемое значение равно 0,6–0,7. В работе [6] указано, что теоретически оправданная величина

этого показателя в международной практике лежит в диапазоне от 0,7 до 1,0, а в России — 1,5. Таким образом, большинство авторов определяет оптимальное значение коэффициента быстрой ликвидности в районе 0,7 – 1. В некоторых работах указывается, что оптимальное значение данного показателя затрагивает также диапазон 0,3-0,7.

На основе указанных данных построим функции принадлежности для коэффициента быстрой ликвидности (рис. 1).

Возможные значения показателя быстрой ликвидности для последующего периода, которые представляются функцией принадлежности $\mu_x(u)$, отмечены на рис.1 пунктирной линией.

В результате вычисления вероятности принадлежности интервалов, на каждом α -уровне нечеткого множества значений показателя быстрой ликвидности, интервалам соответствующих α -уровней нечеткого подмножества значений каждого из возможных состояний в соответствии с выражениями (2)-(6), получим средние вероятности принадлежности возможных значений показателя срочной ликвидности различным состояниям. Результаты вычислений приведены в табл. 1.

Аналогично получим средние вероятности принадлежности возможным состояниям для показателя оборотности активов и показателя финансовой независимости (табл. 2, 3).

Таблица 1

Средняя вероятность принадлежности значений показателя срочной ликвидности различным состояниям

Характеристика состояния показателя срочной ликвидности	Средняя вероятность
Плохое	0,211
Удовлетворительное	0,222
Хорошее	0,577

Таблица 2

Средняя вероятность принадлежности значений показателя оборотности активов различным состояниям

Характеристика состояния показателя оборотности активов	Средняя вероятность
Плохое	0,8
Удовлетворительное	0,2
Хорошее	-

Таблица 3

Средняя вероятность принадлежности значений показателя финансовой независимости различным состояниям

Характеристика состояния показателя финансовой независимости	Средняя вероятность
Плохое	0,31
Удовлетворительное	0,69
Хорошее	-

В постановке задач многокритериальной оптимизации центральное место занимают вопросы сравнения частных критериев и задания требований к возможным соотношениям их значений в точке оптимума, т.е. требований к оптимальности решения, на основании которых формируется глобальный критерий качества [3]. В [2] эти вопросы рассмотрены без учета различий между критериями и ограничениями, которые одинаковым образом участвуют в формировании глобального показателя качества в случае, если они описаны функциями принадлежности.

Во многих случаях наиболее часто используемый максиминный подход просто не отвечает интуитивным представлениям об оптимальности принимаемого решения [1]. Поэтому

при решении сложных задач с большим набором частных критериев и ограничений после получения гарантированной оценки оптимума при максиминной стратегии имеет смысл провести исследование и для других вариантов формирования глобального критерия, например, аддитивного или мультипликативного. Сопоставляя значения частных критериев в полученных точках оптимума можно выбрать наиболее приемлемое решение. В связи этим весьма актуальными являются вопросы агрегирования самих обобщенных критериев.

Все это, свидетельствует о том, что при решении задач оптимизации или выбора альтернатив, целесообразно сопоставлять результаты, полученные с помощью разных способов агрегирования частных критериев. При

этом с наибольшей осторожностью следует использовать аддитивные свертки [3].

Поскольку при моделировании реальных систем в условиях неопределенности различных параметров, как правило, приходится одновременно использовать несколько базовых способов формализации – интервальный, нечетко-интервальный и вероятностный, возникает проблема приведения различных описаний неопределенностей к единой форме представления.

Приведение нечетко-интервальной неопределенности к форме частотных распределений невозможно, так как для этого отсутствует необходимая количественная информация. Кроме этого, отсутствие непосредственного оперирования с такого рода неопределенными данными. Как показано выше, в соответствии с выражениями (3-6) можно определить вероятностные характеристики принадлежности одного нечеткого множества другому. Рассмотрим методику использования такой вероятностной характеристики при оценке состояния сложной системы на основе нечетко-множественного подхода.

Пусть имеется совокупность из I_i ($i=1..n$) частных нечетких критериев, характеризующих состояние сложной системы. Каждый из этих критериев описывается лингвистической переменной Ω_j , имеющей z_j возможных значений. В соответствии с изложенным выше частный критерий характеризуется вероятностью принадлежности каждому из значений лингвистической переменной P_{ij} ($i=1..n, j=1..z_j$). Тогда в качестве оценки состояния сложной системы может использоваться обобщенный критерий, представляющий собой функцию $F(P_{ij})$. Для определения такой функции, при использовании нечетко-множественного подхода, необходимо иметь правила принятия решений.

В соответствии с [1] формальным знанием может быть высказывание естественного языка, обладающее следующей структурой:

$$\text{ЕСЛИ } (A_1 \Theta_1 A_2 \Theta_2 \dots A_{N-1} \Theta_{N-1} A_N), \text{ ТО } \Delta B, \quad (7)$$

где $\{A_i\}$, B – атомарные высказывания (предикаты), Θ_i – логические связки (вида И/ИЛИ, Скорее всего И/ИЛИ, Вероятно И/ИЛИ,...), N – размерность условия, причем атомарные высказывания представляют собой выражения вида:

$$I_i \wp X_i, \quad (8)$$

где I_i – определяемый критерий; \wp - логическая связка принадлежности (Принадлежит/Скорее всего принадлежит/Вероятно принадлежит/.../Вероятно не принадлежит/Скорее всего не принадлежит/Не принадлежит), X_i – значения соответствующих

лингвистических переменных; Δ – отношение следования (Следует/Скорее всего следует/Вероятно следует/.../Вероятно не следует/Скорее всего не следует/Не следует).

Оценивать состояние сложной системы исходя из формальных нечетких знаний (7, 8) и вероятностных характеристиках (6) значений лингвистических переменных можно двумя способами.

При использовании первого способа сначала определяется множество атомарных высказываний в соответствии с выражением (8) для каждого значения лингвистической переменной заданного i -го критерия по величинам вероятностей P_{ij} . Например, если лингвистическая переменная имеет три возможных состояния ($N = 3$), и определены вероятности принадлежности этим значениям $P_{i1} = 0, P_{i2} = 0.5, P_{i3} = 0.5$, то справедливо высказывание, что критерий НЕ ПРИНАДЛЕЖИТ первому из них, а также ВЕРОЯТНО ПРИНАДЛЕЖИТ второму и третьему состоянию. После определения атомарных высказываний формируются формальные знания в соответствии с (8), которые позволяют принимать решение о состоянии системы.

Второй способ оценки состояния сложной системы на основе вероятностного нечетко-множественного подхода состоит в первоочередном формировании формальных знаний (8). После чего определяется вероятность возникновения каждого атомарного высказывания из множества B (7).

Вычисление вероятности атомарного высказывания b_i базируется на выражении (8) и вероятностях принадлежности i -го критерия значению соответствующей лингвистической переменной, входящей в выражение (8). Используя аксиоматику независимых событий теории вероятностей получим вероятность i -го атомарного высказывания:

$$P_i = \sum_{k=1}^K \prod_{j=1}^N p(I_j = \Omega_r), i = 1..Z, \quad (9)$$

где K – количество сумм в выражении, которое определяется логикой высказывания; Ω_r – значение r -й лингвистической переменной $r=1..z_r$.

Например, если имеется три критерия I_i $i=1..n$ ($n=3$), каждый из которых характеризуется лингвистической переменной из трех возможных состояний ($N = 3$), тогда формальные знания будут состоять из Z атомарных высказываний b_i $i=1..Z$, где $Z = N^n$ ($Z=27$). Каждое из этих высказываний может быть отнесено к какому-либо нечеткому состоянию системы, характеризуемому значением лингвистической переменной.

Например, хорошее состояние системы соответствует ситуации, когда хотя бы два критерия

из трех имеют хорошие значения («X»), а один – удовлетворительное («Y»). В этом случае атомарное высказывание b_1 будет иметь вид:

$$\begin{aligned} & \text{ЕСЛИ } ((I_1 = \langle X \rangle) \text{AND}(I_2 = \langle X \rangle) \text{ AND}(I_3 = \langle X \rangle)) \\ & \text{OR } ((I_1 = \langle X \rangle) \text{AND}(I_2 = \langle X \rangle) \text{ AND}(I_3 = \langle Y \rangle)) \text{ OR} \\ & ((I_1 = \langle X \rangle) \text{AND}(I_2 = \langle Y \rangle) \text{ AND}(I_3 = \langle X \rangle)) \text{ OR} \\ & ((I_1 = \langle Y \rangle) \text{AND}(I_2 = \langle X \rangle) \text{ AND}(I_3 = \langle X \rangle)), \\ & \text{ТО } B = b_1 = \langle X \rangle. \end{aligned}$$

Тогда вероятность такого высказывания может определяться в соответствии с выражением:

$$\begin{aligned} P_{b1} = & p(I_1 = "X") \cdot p(I_2 = "X") \cdot p(I_3 = "X") + \\ & p(I_1 = "X") \cdot p(I_2 = "X") \cdot p(I_3 = "Y") + \\ & p(I_1 = "X") \cdot p(I_2 = "Y") \cdot p(I_3 = "X") + \\ & p(I_1 = "Y") \cdot p(I_2 = "X") \cdot p(I_3 = "X"). \end{aligned}$$

Таким образом, для каждого из возможных состояний системы, которые характеризуются соответствующими значениями лингвистической переменной, определяется вероятностный показатель.

В результате этих действий, используя данные табл. 1 – табл. 3, можно сделать вывод, например о том, что состояния системы имеют следующие вероятности:

СКОРЕЕ ВСЕГО УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (средняя вероятность возникновения этого состояния 0.62),

НЕ ПРИНАДЛЕЖИТ ХОРОШЕМУ (средняя вероятность возникновения этого состояния 0.0),

ВЕРОЯТНО ПРИНАДЛЕЖИТ ПЛОХОМУ (средняя вероятность возникновения этого состояния 0.38).

Окончательный вывод о состоянии системы можно сделать путем формирования правил принятия решения на основе вновь полученных формальных знаний и в соответствии с (7, 8).

Выводы

Нечетко-множественное моделирование состояния сложных систем является наиболее приемлемым математическим аппаратом для обоснования принятия решений в условиях существенной информационной неопределенности, когда экспериментальные данные не обладают выраженной статистической природой.

МЕТОДИКА БАГАТОКРИТЕРІЙНОЇ ОЦІНКИ СТАНУ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ НЕЧІТКО-МНОЖИННОГО АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ

М.Ю. Лосєв, Ю.М. Кононов, Ю.М. Лосєва

У роботі розглядається методика багатокритерійної оцінки стану техніко-економічних систем, які описуються безліччю показників. Методика дозволяє визначити імовірнісні характеристики при нечітко-множинному інтервальному аналізі показників різної природи і дозволяє уникнути неоднозначності, що виникає при згортанні приватних критеріїв і обмежень в деякій глобальній критерій якості.

Ключові слова: багатокритерійна оцінка, складна система, функція приналежності, лінгвістична змінна, термінова ліквідність, оборотність активів, фінансова незалежність.

Предлагаемая методика многокритериальной оценки состояния технико-экономических систем позволяет определять вероятностные характеристики при нечетко-множественном интервальном анализе показателей различной природы. Такой подход позволяет избежать неоднозначности, возникающей при свертке частных критериев и ограничений в некоторый глобальный показатель качества, экстремум которого определяет точку оптимума. Кроме того отпадает необходимость в определении значимости каждого из показателей.

Наиболее актуально использование нечетко-множественной оценки состояния систем при комплексном анализе финансовой деятельности предприятий и корпораций, оценке риска инвестиционных проектов, инвестиционной привлекательности ценных бумаг и долговых обязательств.

Список литературы

1. Недосекин А.О. *Нечетко-множественный анализ рисков фондовых инвестиций.* – СПб.: Сезам, 2002. – 181 с.
2. Калмыков С.А., Шокин Ю.И., Юлдашев З.Х. *Методы интервального анализа.* – Новосибирск: Наука, 2006. – 223 с.
3. Дилигенский Н.В., Дымова Л.Г., Севастьянов П.В. *Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология.* – М.: Машиностроение – 1, 2004. – 397 с.
4. Ковалев В.В. *Финансовый анализ: управление капиталом, выбор инвестиций, анализ отчетности.* – М.: Финансы и статистика, 2000. – 512 с.
5. Риполь-Сарагоси Ф.Б. *Основы финансового и управленческого анализа / Ф.Б. Риполь-Сарагоси.* – М.: Приор, 1999. – 224 с.
6. Глазов М. М. *Диагностика предприятий: новые решения* — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та экономики и финансов, 1997. – 194 с.

Поступила в редколлегию 21.02.2011

Рецензент: д-р техн. наук, доц. К.А. Метешкин, Харьковская национальная академия городского хозяйства, Харьков.

**METHOD OF THE MULTICRITERIAL ASSESSMENT OF TECHNO-ECONOMIC SYSTEMS,
WHICH ARE BASED ON FUZZY SET-PERFORMANCE ANALYSIS**

M.Y. Losev, Y.N. Kononov, Y.M. Loseva

The method of multicriteria assessment of the techno-economic systems, which are described by the set of indicators, is considered in the paper. The method allows to determine the probability characteristics in fuzzy set-interval analysis of indicators and to avoid other ambiguities.

Keywords: *multicriteria evaluation, complex system, the membership function, linguistic-parameter variable, urgent liquidity, working capital, financial independence.*