

Посилання на статтю

Россошанская О.В. Метод построения базовых функций принадлежности на основе лингвистической переменной «характер развития системы» / О.В. Россошанская // Управление проектами и развитие: 3б.наук.пр. - М.: изд-во ВНУ им. Даля, 2009. - № 4 (32). - С. 85-94. - Режим доступа: <http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/32/09rovhrs.pdf>

УДК 005.8:005.334

О.В. Россошанская

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ БАЗОВЫХ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА ОСНОВЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОЙ «ХАРАКТЕР РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ»

Предложен метод построения функций принадлежности по результатам экспертного оценивания значений параметров системы, которые разделяют различный характер ее развития Рис.2, табл. 4, ист. 25.

Ключевые слова: нечеткие множества, развитие, отметки, функция принадлежности, многокритериальная шкала.

О.В. Россошанська

МЕТОД ПОБУДОВИ БАЗОВИХ ФУНКЦІЙ ПРИНАЛЕЖНОСТІ НА ОСНОВІ ЛІНГВІСТИЧНОЇ ЗМІННОЇ «ХАРАКТЕР РОЗВИТКУ СИСТЕМИ»

Запропоновано метод побудови функцій належності за результатами експертного оцінювання значень параметрів системи, які поділяють різний характер її розвитку.

O.V. Rossoshanskaya

METHOD OF SHAPING BASIC BELONGING FUNCTIONS BY LINGUISTIC VARIABLE "SYSTEM DEVELOPMENT CHARACTER"

Method of shaping basic belonging functions according to results of expert estimation of those system parameters that reflect different character of its development is offered.

Постановка проблемы в общем виде. Современные техники управления проектами используют достаточно большое количество методов и моделей, основная часть из которых разработаны во второй половине XX века (системных, структурных, сетевых и др.) [1]. Большинство этих моделей реализуется в профессиональных программных продуктах по управлению проектами, которые так же создавались в конце XX начале XXI столетий [2].

В последние десятилетие наблюдаются бурные изменения во всех цивилизационных процессах. На фоне глобализации все в большей степени проявляются черты общества экономики знаний [3, 4]. В результате этого значительно возросла неопределенность как социальных, так и экономических процессов. При этом возрастает роль такого вида неопределенности как

неоднозначность [5, с. 113]. Традиционно в таких ситуациях при управлении проектами используют модели и методы теории вероятности [6, с. 270-272]. Однако применение вероятностного подхода для этих целей является не совсем оправданным.

Анализ последних достижений и выделение нерешенной части проблемы. Причина кроется в том, что достаточно часто возникает некоторая ошибочная аналогия между вероятностью и нечеткостью. Такая ситуация сегодня складывается и в управлении проектами. Объяснение этому факту можно найти в отсутствии глубоких системных исследований по применению теории нечетких множеств для решения типовых задач управления проектами, разработки способа описания данных с учетом субъективного человеческого фактора. В работе [7] на основании выявленных особенностей современного компетентностного подхода в управлении проектами было доказано, что в качестве единого математического подхода целесообразно выбрать аппарат теории нечетких множеств. Существующие работы в этом направлении можно отнести к разряду локально ситуационных, а не системных [8, 9, 10, 11 и др.].

Поэтому **целью статьи** является развитие базовых положений и понятийной основы теории нечетких множеств с учетом специфики управления проектами, как самостоятельного вида экономической деятельности.

Изложение результатов исследования. Известно, что любое управление, в конечном счете, сводится к принятию решения [12]. Это относится и к проектной деятельности. Однако, сегодня под управлением проектами традиционно понимается методология (говорят также – искусство) организации планирования, руководства, координации трудовых, финансовых и материально-технических ресурсов на протяжении проектного цикла, направленная на эффективное достижение его целей путем применения современных методов, техники и технологии управления для достижения определенных в проекте результатов по составу и объему работ, стоимости, времени, качеству и удовлетворению участников проекта [13, с. 27]. Такое несоответствие общеметодологического понимания управления и управления проектами не имеет под собой убедительной доказательной основы. Поэтому возникает задача исправления сложившейся ситуации.

В последнее время все чаще провозглашаются и утверждаются общие принципы управления проектами, которые можно свести к следующим [14]:

- кадры решают все;
- ключ к успеху проекта – передача ответственности участникам проекта;
- ключевой момент переключения ответственности – принятие решения.

Это хорошо коррелируется с переходом к компетентностной модели управления проектами [15]. А в центре этой модели находятся компетентности личности, которые связаны с принятием решений в ситуациях, с которыми она ранее не встречалась. Можно утверждать, что это типовая ситуация для управления проектами. Ее отличительной особенностью является то, что она практически всегда протекает в условиях нечетко заданных параметров, а также нечеткой и неполной информации. Для учета этих факторов традиционно используют PERT метод или метод Монте-Карло. Однако первый и второй базируется на понятиях теории вероятности. В работе [7] приведено описание некоторых основных элементов математических аппаратов теории вероятности и теории нечетких множеств. Это сделано с позиции разных подходов к управлению проектами: квалификационного и компетентностного. Продолжим сравнение двух теорий с позиций выявления ошибочности аналогии между вероятностью и нечеткостью в аспекте шести параметров. Для этого представим

базовую информацию, которая заимствованная с работы [5, с.118-125] в табличной форме (табл. 1).

Как видно из анализа таблицы неопределенность, которая связана с человеческим фактором как основным источником нечетких суждений, в теории вероятности описывается через субъективность вероятностного закона распределения, а в теории нечетких множеств – через функции принадлежности и целевые функции. В первом случае числовой характеристикой выступает вероятность, а во втором - степень принадлежности. Поэтому, как в теории вероятности, так и в теории нечетких множеств успех их применения во многом зависит от правильного (в плане достоверного отображения действительности) построения закона распределения и функции принадлежности.

Таблица1

Расшифровка основных параметров теории вероятности и теории нечетких множеств

№ п/п	Параметр	Теория вероятности	Теория нечетких множеств
1	Характеристика рассматриваемых объектов или событий	Недетерминированные, имеющие случайные изменения характеристик	Детерминированные, отдельные существенные характеристики, которых обладают некоторой неопределенной частью
2	Основная числовая характеристика	Вероятность	Степень принадлежности
3	Способ представления неопределенности объектов или событий	В виде некоторого закона распределения случайной величины (каждому значению переменной отвечает определенное значение вероятности $P(x)$)	Словами естественного языка, обусловленные свойственной человеку субъективности суждения в процедурах оценки
4	Количество рассматриваемых объектов	Большое количество однородных объектов со случайным отклонением значений параметра (-ров) или множества наблюдений за одним объектом	Единичный объект или небольшое их количество с исследуемыми характеристиками, которые не вполне четко определены и меру нечеткости нужно определить
5	Возможность учета человеческого фактора	Через субъективность вероятностного закона распределения	Через субъективное суждение о функции принадлежности и целевые функции
6	Круг прикладных задач	Задачи, связанные со случайным характером изменения параметров и существованием соответствующего распределения вероятности	Задачи, связанные: с определением степени наличия у рассматриваемых объектов конкретного качества; оценкой некоторых качественных категорий и выбор на этой основе одним лицом, которое принимает решения определенных вариантов с учетом сформулированных на естественном языке некоторых критериев рационального выбора.

В нечеткой логики существует отдельный этап выполнения нечеткого вывода, который называется фаззификацией. Кроме того, фаззификацию называют введением нечеткости. Этим термином так же называют процесс или

процедуру нахождения значения функции принадлежности нечетких множеств (термов) на основе обычных (не четких) исходных данных [16, с.123].

Сегодня существует несколько подходов для построения функций принадлежности. Условно они делятся на прямые и косвенные [17]. Наиболее распространенным считается способ, основанный на использовании имеющейся статистических данных [18, с.10-24]. Однако в реальных ситуациях часто такая информация отсутствует. Поэтому, построение функций принадлежности производят по результатам опроса экспертов [19]. Они для большинства показателей могут на основе опыта и интуиции достаточно уверенно количественно охарактеризовать границы (интервалы) допустимых значений параметров и области их наиболее предпочтительных значений [20, с.88-89]. Результатами таких суждений является набор реперных точек, на базе которых формируется функция принадлежности.

В большинстве случаев эксперты представляют частные критерии на лингвистическом (вербальном) уровне описания используя суждения о степени выраженности положительного (или отрицательного) эффекта определенного параметра с его ростом. На этой основе строится функция желательности, которая на интервале $[0, 1]$ отображает степень выраженности вербально задаваемого параметра [20, с.88-89]. Для повышения степени объективности (то есть снижения степени неопределенности) при количественном определении границ в работе [21] предложен способ, который основан на выделении пяти областей состояния любой системы, которые отличаются различным характером процесса развития (табл. 2).

Таблица 2

Области состояния систем и характеристика процесса развития, которые соответствуют их состоянию [21]

№ п/п	Области состояния системы	Характер процесса развития
1	недопустимая	развал
2	критическая	система существует, но не развивается
3	допустимая	в системе заражаются процессы развития
4	рациональная	в системе происходят устойчивые процессы развития
5	перспективная	в системе происходят динамические процессы развития

В дальнейшем в работе [22] было доказано, что порядковые номера областей состояния соответствуют всем известной и легко применяемой шкале отметок. А для возможности интервального задания областей состояния, была предложена шести бальная шкала отметок, которая доступна и понятна экспертам из любой области деятельности. Это связано с тем, что в повседневной практике мы чаще всего пользуемся именно этой шкалой, оцениваем наши поступки, результаты деятельности, качество продукции и др. (табл. 3).

Таблица 3

Трактовка отметок используемых экспертами при оценивании

Отметка	Трактовка отметки	Лингвистическое обозначение
1	Отвратительно	Нижнее граничное
2	Неудовлетворительно	Пороговое
3	Удовлетворительно	Нормативное
4	Хорошо	Рациональное
5	Отлично	Оптимальное
6	Замечательно	Верхнее граничное

В работе [23] отмечено, что путем построения зависимости изменения отметки от величины показателя можно передать ее сущность. А значения показателя в реперных точках являются ничем иным, как критериями перехода системы из одного состояния в другое. Поэтому этот способ представления суждений экспертов был назван методом многокритериальных шкал. Широкое применение этого метода для оценок различных социально-экономических систем (например образовательных учреждений, органов государственной власти [24], проектов [25]) показал его универсальность, доступность и надежность. Это позволяет взять его за основу для разработки нового метода построения функций принадлежности.

Суть предлагаемого метода сводится к следующему. На основе метода многокритериальных шкал строится зависимость изменения оценок параметра. На рис.1 (а) зависимость построена для возрастающего параметра (чем больше, тем лучше).

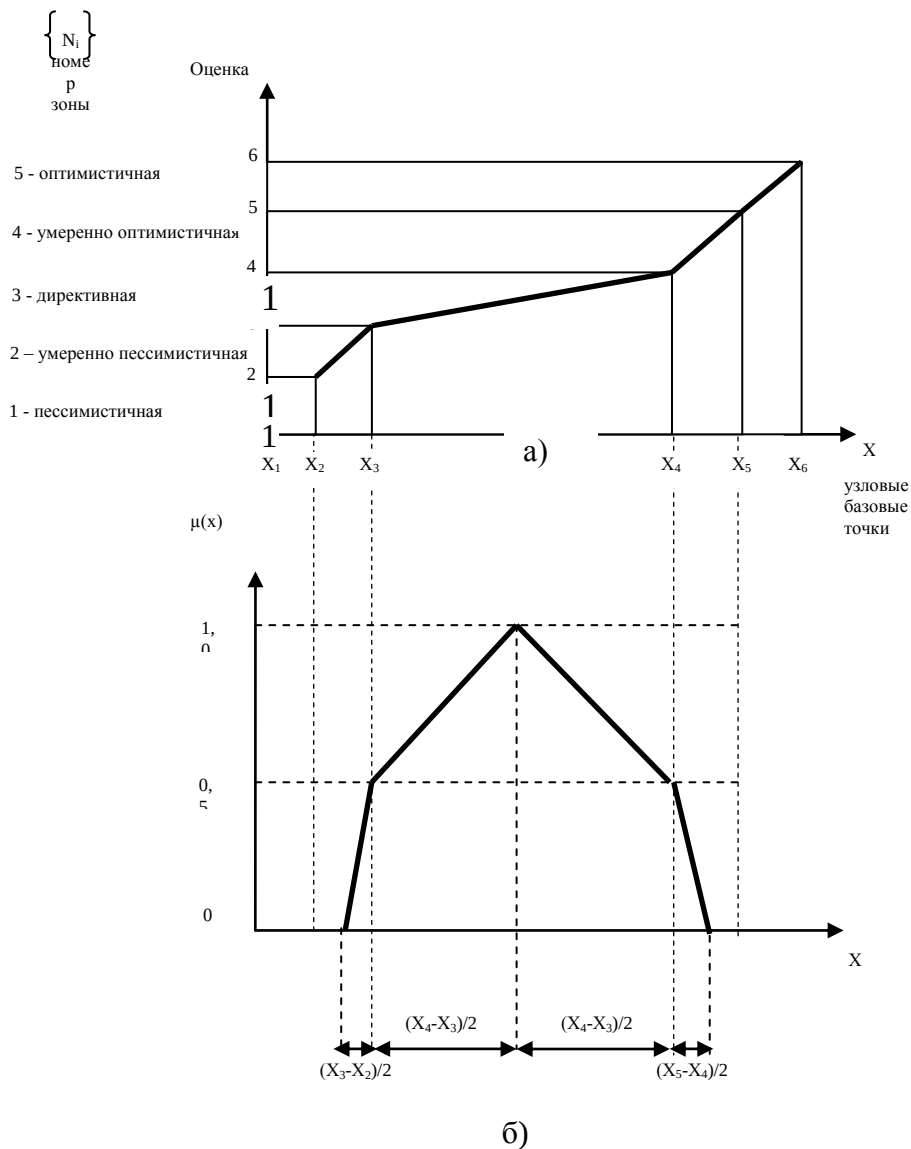


Рис.1. Графическая модель отображения сущности метода построения функций принадлежности

Для каждой области состояние строится своя функция принадлежности. Для наиболее распространенных параметров (за своей сущностью возрастающие и убывающие) таких функций будет пять. При этом выполняются следующие правила построения. Единичное значения функция принадлежности достигает в середине интервала рассматриваемой области (рис.1 (б)), а значение функции принадлежности равно 0,5 достигается на ее границах. Нулевое значение функция принадлежности принимает при значениях параметра, которые соответствуют середине соседних областей. Что касается крайних областей, то в них функция принадлежности от граничных значений параметров до середины интервалов имеет значение 1. А далее выполняется вышеописанные правила построения.

На участках между реперными точками функции принадлежности описывается уравнением вида:

$$\mu(x) = a + bx. \quad (1)$$

Тогда приведенные правила построения функций принадлежности для лингвистической переменной, термы которой принимают значение N, позволяют представить их в виде набора выражений.

N=n=1

$$\mu_N(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x < \frac{x_{n+1}+x_n}{2}; \\ 1 - \frac{2x - (x_{n+1}+x_n)}{2(x_{n+1}-x_n)}, & \text{если } \frac{x_{n+1}+x_n}{2} \leq x < x_{n+1}; \\ 0,5 - \frac{x - x_{n+1}}{x_{n+2} - x_{n+1}}, & \text{если } x_{n+1} \leq x < \frac{x_{n+2}+x_{n+1}}{2}; \\ 0, & \text{если } \frac{x_{n+2}+x_{n+1}}{2} \leq x. \end{cases} \quad (2)$$

N=n=2, 3, 4

$$\mu_N(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < \frac{x_{n+1}+x_n}{2}; \\ \frac{2x - (x_n+x_{n-1})}{2(x_n - x_{n-1})}, & \text{если } \frac{x_{n-1}+x_n}{2} \leq x < x_n; \\ 0,5 + \frac{x - x_n}{x_{n+1} - x_n}, & \text{если } x_n \leq x < \frac{x_n+x_{n+1}}{2}; \\ 1 - \frac{2x - (x_{n+1}+x_n)}{2(x_{n+1} - x_n)}, & \text{если } \frac{x_n+x_{n+1}}{2} \leq x < x_{n+1}; \\ 0,5 - \frac{x - x_{n+1}}{x_{n+2} - x_{n+1}}, & \text{если } x_{n+1} \leq x < \frac{x_{n+1}+x_{n+2}}{2}; \\ 0, & \text{если } \frac{x_{n+1}+x_{n+2}}{2} \leq x. \end{cases} \quad (3)$$

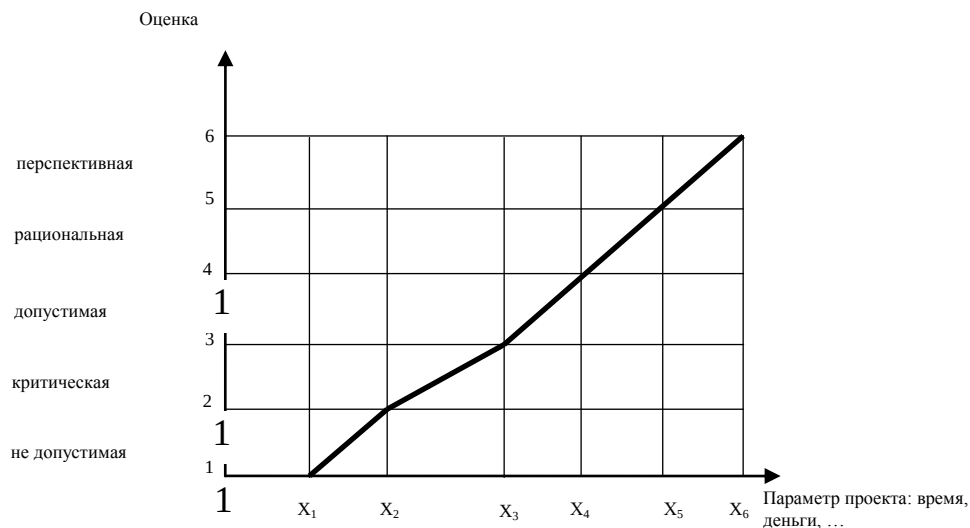
N=n=5

$$\mu_N(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < \frac{x_{n-1}+x_n}{2}; \\ \frac{2x - (x_n+x_{n-1})}{2(x_n - x_{n-1})}, & \text{если } \frac{x_{n-1}+x_n}{2} \leq x < x_n; \\ 0,5 + \frac{x - x_n}{x_{n+1} - x_n}, & \text{если } x_n \leq x < \frac{x_n+x_{n+1}}{2}; \\ 1 - \frac{2x - (x_{n+1}+x_n)}{2(x_{n+1} - x_n)}, & \text{если } \frac{x_n+x_{n+1}}{2} \leq x < x_{n+1}. \end{cases} \quad (4)$$

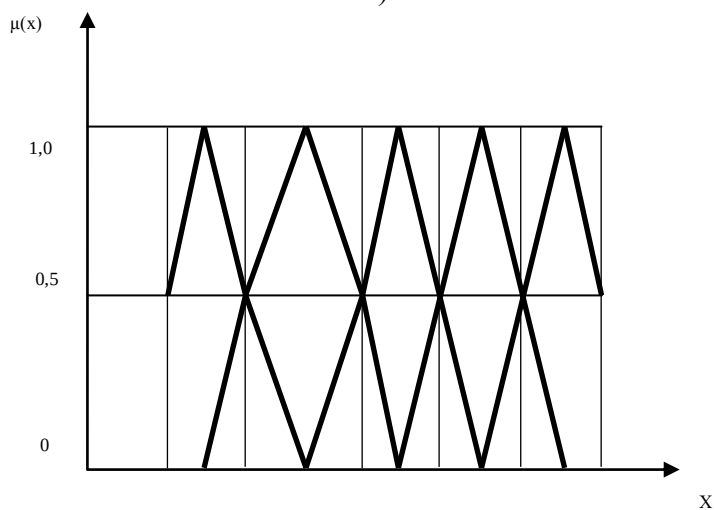
Из описанных правил и их математической формализации следуют следующие выводы:

1. Функция принадлежности строится по пяти реперным точкам.
2. Функция принадлежности относится к классу треугольных функций, но с кусочно-ломанными сторонами.
3. При значении $\mu(x) > 0,5$ для $N=2,34$ функция принадлежности симметрична, а при значении $\mu(x) < 0,5$ – нет.

На рис. 2(б) представлены функции принадлежности для параметра, приведенного на рис. 2(а). Универсальность предложенного подхода, подтверждает возможный набор термов соответствующих базовым значениям N , которые могут использоваться не только в управлении проектами.



а)



б)

Рис. 2. Функция принадлежности (б) для возрастающего параметра (а)

Таблица 4

Возможные термы множества лингвистической переменной

Базовые значения N	Термы множества лингвистической переменной				
	степень выраженности эффекта	степень принадлежности к стоимости	уровень качества	степень согласия и принадлежности решения	степень (уровень) ...
1	не выражен	очень низкая	низкий	нет	...
2	слабо выражен	низкая	ниже среднего	больше нет, чем да	...
3	средне выражен	средняя	средний	50 / 50	...
4	сильно выражен	высокая	выше среднего	больше да, чем нет	...
5	очень сильно выражен	очень высокая	высокий	да	...

Выводы по данному исследованию. На основании проведенных исследований можно сформулировать следующие выводы:

1. Теория вероятности не позволяет строго описать присущие для языка человека расплывчатые элементы. Это позволяет сделать теория нечетких (размытых, не четко определенных, расплывчатых и т.д.) множеств.

2. Для теории нечетких множеств основополагающим понятием является понятие нечеткого множества, которое характеризуется функцией принадлежности.

3. Для возможности передачи сущности параметра, который описывается как нечеткое множество, предложено использовать метод многокритериальных шкал.

4. Разработан метод построения функции принадлежности базирующийся на определении реперных точек значение параметров которых определяется с использованием метода многокритериальных шкал.

5. Подтверждена универсальность предложенного метода построения не только для задач связанных с управлением проектами, но и для задач с других видов деятельности.

Перспектива дальнейшего развития. С практической точки зрения целесообразно провести исследование по применению предложенного метода построения функций принадлежности для параметров, которые традиционно употребляются в процессах управления проектами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Математические основы управления проектами: [учебн. пособие] / С.А. Баркалов, В.И. Воропаев, С.И. Секлетова и др.; под ред. В.Н. Буркова. – М.: Высш. шк.; 2005. – 423 с.
2. Пономаренко Л.А. Комп'ютерні технології управління інноваційними проектами: [підручник] / Л.А. Пономаренко. – К.: Київ. нц. торг.-екон. ун-т, 2001. – 423 с.
3. Как превратить знание в стоимость: решение от IBM Institute for Business Value / Составители: Эрик Лессер, Лоренс Прусак; Пер. с англ. Т. Гутниковой, Ю.Сундстрем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 248 с.

4. Управление знаниями в корпорациях: [учебное пособие] / Б.З. Мильнер, З.П. Румянцева, В.Г. Смирнова, А.В. Блинникова; под ред. Б.З. Мильнера. – М.: Дело, 2006. – 304 с.
5. Пономарев О.С. Нечеткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решения: [навч. посібник] / О.С. Поноварьов. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005. – 232 с.
6. Тернер Дж.Р. Руководство по проектно-ориентированному управлению / Дж. Родни Тернер; [пер. с англ. под. общ. ред. Воропаева В.И.]. – М.: Издательский дом Гребенникова, 2007. – 552 с.
7. Россошанська О.В. Качественная основа количественного аспекта компетентностной методологии управления проектами / О.В. Россошанська // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. – № 1(29). – С.75-89.
8. Ротштейн А.П. Многокритериальный выбор бренд-проекта с помощью нечетких парных сравнений альтернатив / А.П. Ротштейн, С.Д. Штовба, Е.В. Штовба // Управление проектами и программами, 2006. – № 2(6). – С. 138-145.
9. Звенчук А.И. Нечеткая модель оценки инвестиционных проектов / А.И. Звенчук, А.И. Шашкин // Вестник ВГУ, серия: Системный анализ и информационные технологии, 2008. – № 1. – С. 117-123.
10. Деревянко П.М. Оценка проектов в условиях неопределенности / П.М. Деревянко. – [Электронне видання]. – Режим доступа: http://www.cfin.ru/finanalysis/invest/fuzzy_analysis.shtml.
11. Модель анализа риска потребительского качества проектов экономических информационных систем / А.И. Долженко // Вестник Северокавказского государственного технического университета, 2009. – № 1(18). – [Электронне видання]. – Режим доступу: www.nest.ru.
12. Рач О.Н. Формирование терминологической системы теории принятия решений / О.Н. Рач, А.Ю. Оболенский // Економіка, менеджмент, підприємництво: зб. наук. пр. – Луганськ: вид-во Східноукрїнського нац. ун-ту ім. В.Даля, 2003. – № 11. – С.88-95.
13. Управление проектами: [учебн. пособие] / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге, А.В. Половников; под общ. ред. И.И. Мазура и В.Д. Шапиро. – М.: Издательство «Омега - Л», 2009 – 960 с.
14. Ашманов И. Правила Ашманова-2. Управление проектами / И. Ашманов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ashmanov.com.
15. Россошанська О.В. Компетентностный подход в управлении проектами: основные принципы / О.В. Россошанська // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2008. – № 3 (27). – С.61-67.
16. Найханова Л.В. Методы и алгоритмы принятия решений в управлении учебным процессом в условиях неопределенности: [монография] / Л.В. Найханова, С.В. Дамбаева. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 164 с.
17. Захаров В.А. О выборе методов построения функций принадлежности для формализации задач принятия решений / В.А. Захаров. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-12-html/borisov/zakharov/zakharov.htm>.
18. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей: Примеры использования / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П.Федоров. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.
19. Норвич А.М. Построение функции принадлежности / А.М. Норвич, И.Б. Турксем // Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения / под ред. Р.Р. Янгера. – М.: Радио и связь, 1986. – С. 64-71.
20. Дилигенский Н.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология // Н.В. Дилигенский, Л.Г. Дымова, П.В. Севостьянов. – М.: Изд-во Машиностроение-1, 2004. – 387 с.
21. Рач О.Н. Учет неопределенности при принятии решений на основе многокритериальных шкал / О.Н. Рач // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2000. – № 1(1). – С. 52-57.

22. Рач О.Н. Перспективы развития метода многокритериальных шкал / О.Н. Рач // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2001. – № 1(3). – С. 43-48.
23. Рач О.Н. К построению зависимостей критериальных показателей, используемых при принятии решений / О.Н. Рач // Вісник хідноукраїнського державного університету, 1998. – № 6. – С. 102-105.
24. Рач О.М. Модель оцінки розвитку адміністративно-територіальної одиниці / О.М. Рач // Управління аспектами державної служби; За заг. ред. В.А.Рач. – Луганськ: вид-во СНУ, 2000. – С. 129-134.
25. Рач О.Н. Основные процедуры выбора наилучшего вариант инвестирования / О.Н. Рач // Менеджер. Вісник Донецької державної академії управління, 2001. – № 3(15). – С. 30-34.

Стаття надійшла до редакції 30.05.2009 р.