

УДК 330.46 + 51-77

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ОСНОВЕ FUZZY-ТЕХНОЛОГИИ В СРЕДЕ MATLAB

¹Горемыкина Г.И., ¹Мастяева И.Н., ²Герасимова Е.К.

¹ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет экономики, статистики
и информатики (МЭСИ)», Москва, e-mail: masgor1714@mail.ru;

²ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,
Тамбов, e-mail: ost_elena@mail.ru

Предложена методология нечёткого моделирования оценки экономической эффективности управления качеством корпоративной информационно-вычислительной сети. Она включает метод оценки качества на основе нечёткой модели, метод принятия решения об управлении качеством на основе его количественной оценки и метод оценки экономической эффективности управления качеством корпоративной информационно-вычислительной сети на основе экспертного заключения о показателях, определяющих указанную эффективность. Предлагаемая методология адаптивна к системам различной природы. Создана нечётко-логическая система оценки экономической эффективности управления качеством корпоративной информационно-вычислительной сети. Процесс разработки системы реализован в среде *MatLab* с использованием пакета *Fuzzy Logic Toolbox* и интерактивного модуля *fuzzy*. Даны практические рекомендации по методике построения указанной системы и проведено моделирование её параметров. Практическая значимость исследования состоит в возможности применения построенной системы как универсального средства для определения оценки экономической эффективности управления качеством корпоративной информационно-вычислительной сети, а также возможности формирования комплекса мер по повышению указанной эффективности.

Ключевые слова: нечёткое моделирование, нечётко-логическая система, оценка эффективности управления качеством

MODELING OF EVALUATION SYSTEM OF EFFICIENCY OF MANAGEMENT OF QUALITY BASED ON FUZZY- TECHNOLOGY IN MATLAB

¹Goremykina G.I., ¹Mastyayeva I.N., ²Gerasimova E.K.

¹Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics,
Moscow, e-mail: masgor1714@mail.ru;

²Tambov State Technical University, Tambov, e-mail: ost_elena@mail.ru

Methodology of fuzzy modeling of evaluation of the economic efficiency of management of quality of corporate information-computer network is proposed. It includes the method of evaluation of quality based on fuzzy model, the method of coming to a decision how to manage a quality, using its quantity evaluation and the method of evaluation of economical efficiency of management of quality on the basis of an expert opinion on the indicators that determine the efficiency, been mentioned above. The proposed methodology is adaptable to the systems of different nature. The model of fuzzy-logic evaluation system of the efficiency of management of quality is constructed. The process of developing the system is implemented in *MatLab* using the package *Fuzzy Logic Toolbox* and interactive module *fuzzy*. There are practical recommendations concerning the methods of construction of the mentioned system and the modeling of the system parameters is provided. The practical importance of this investigation is in the possibility of using the system as universal means to define the evaluation of economic efficiency of management of quality of corporate information-computer network. The investigation also gives the opportunities for complex measures to improve the efficiency.

Keywords: fuzzy modeling, fuzzy-logic system, evaluation of the effectiveness of quality management

Корпоративная информационно-вычислительная сеть (сокращённо КИВС) – это сложная техническая программно-аппаратная система с разветвлённой инфраструктурой и транспортными средствами передачи информации. Основная задача системных интеграторов и сетевых администраторов – обеспечить качество работы такой системы. Большая размерность, многосвязность КИВС, сложность процессов управления и функционирования при обеспечении обработки и передачи информации и, как следствие, повышенные требования к профессиональным качествам специалистов, ответственности руководителей за результаты и последствия принимаемых решений определяют

актуальность проблемы развития методов оценки эффективности управления качеством корпоративной информационно-вычислительной сети. **Цель исследования** – создание нечётко-логической системы оценки эффективности управления качеством КИВС. Для достижения поставленной цели сформулирована и решена следующая задача: разработать методологию нечёткого моделирования оценки эффективности управления качеством корпоративной информационно-вычислительной сети, включающую:

- метод оценки качества на основе нечёткой модели, отличающийся возможностью формализации требований, предъявляемых к КИВС, в рамках нечётких

моделей и позволяющий для количественной переменной формировать лингвистическое представление в естественно-языковых категориях (см. [1]);

- метод принятия решения об управлении качеством на основе его количественной оценки (см. [1]);

- метод оценки эффективности управления качеством КИВС на основе экспертного заключения о характеристиках, определяющих эффективность управления качеством сети.

Построение нечёткой модели

Вводим лингвистическую переменную (сокращённо ЛП) ЭУК = «эффективность управления качеством КИВС». Универсальным множеством для введённой ЛП является отрезок [0; 1]. При определении формы функций принадлежности, ассоциированных с каждой переменной, экспертам было предложено выбрать треугольную. Выбор кусочно-линейной функции принадлежности был в значительной степени обусловлен малым объёмом имеющейся релевантной информации. Кусочно-линейные функции принадлежности приводят к получению локально линейных поверхностей отклика модели (при условии правильного выбора других составляющих системы), что положительно сказывается на точности моделирования в условиях малого объёма информации ([4]). В качестве множества значений переменной эксперты указали терм-множество {низкая, средняя, высокая}, а значения параметров соответственно следующие: (0; 0; 0,25), (0,15; 0,525; 0,9), (0,85; 1; 1). Оценка эффективности управления качеством КИВС вычисляется на основе экспертного заключения о приросте качества, связанного с принятием и реализацией того или иного управленческого решения, и коэффициента затрат, определяемого как отношение суммы понесённых затрат на реализацию управленческого решения по повышению качества к общей сумме затрат, понесённых в связи с осуществлением управления качеством. Первую переменную обозначим как *Прирост*, вторую – как *Затраты*. В качестве лингвистических терм-множеств для каждой из переменных эксперты указали {низкий(ие), средний(ие), высокий(ие)}, значения параметров для ЛП *Прирост*: (0; 0; 7), (5; 9,5; 14), (11; 20; 20), единица измерения – процент, для ЛП *Затраты*: (0; 0; 0,2), (0,1; 0,35; 0,6), (0,5; 1; 1), единица измерения – действительное число.

Таким образом, разрабатываемая модель является моделью типа MISO ([4]), осуществляющей отображение входов *Прирост* и *Затраты* в выход ЭУК. Функциональная

зависимость выхода от входов описывается на основе нечёткой базы знаний, являющихся носителем экспертной информации. В качестве нечёткой базы знаний были сформулированы логические правила, которые выражаются в виде пар посылок и заключений типа «ЕСЛИ..., ТО...». Элементы antecedентов нечётких правил связаны логической операцией И. Нечёткие базы знаний для моделирования указаны в табл. 1.

Таблица 1

Нечёткая база знаний для моделирования оценки эффективности управления качеством

Номер правило	Прирост	Затраты	ЭУК
1	Низкий	Низкие	Средняя
2	Низкий	Средние	Низкая
3	Низкий	Высокие	Низкая
4	Средний	Низкие	Средняя
5	Средний	Средние	Средняя
6	Средний	Высокие	Низкая
7	Высокий	Низкие	Высокая
8	Высокий	Высокие	Средняя
9	Высокий	Средние	Высокая

Компьютерная реализация нечёткой модели

Процесс разработки нечётко-логической системы был реализован в среде *MatLab* с использованием пакета *Fuzzy Logic Toolbox* и интерактивного модуля *fuzzy*. Выбор пакета *MatLab* был обусловлен его высокой эффективностью вычислений и визуализацией результатов, а также имеющимся опытом работы авторов проектируемой системы с данным пакетом ([1, 2, 3]).

Вызываем редактор системы нечёткого логического вывода (сокращённо СНЛВ) *Fuzzy inference system (FIS) – editor*. Добавляем ещё одну входную переменную, переименовываем входные и выходную переменные, задаём имя системы **Эффективность УК** (рис. 1). Задаём градации и функции принадлежности (ФП) для каждой входной и выходной переменных (рис. 2).

Вводим правила из табл. 1. На рис. 3, а изображено окно редактора правил вывода после ввода всех девяти правил. Число, приведённое в скобках в конце каждого правила, представляет собой весовой коэффициент соответствующего правила. На рис. 3, б приведена визуализация правил вывода. Средство просмотра правил вывода используется в целях диагностики. Оно позволяет отобразить процесс нечёткого вывода и получить результат. Как видно из рис. 3, б, при входном векторе (12,2; 0,3) (прирост каче-

ства – 12,2%; коэффициент затрат – 0,3) результат составляет 0,555, что характеризует экономическую эффективность управления качеством как «среднюю».

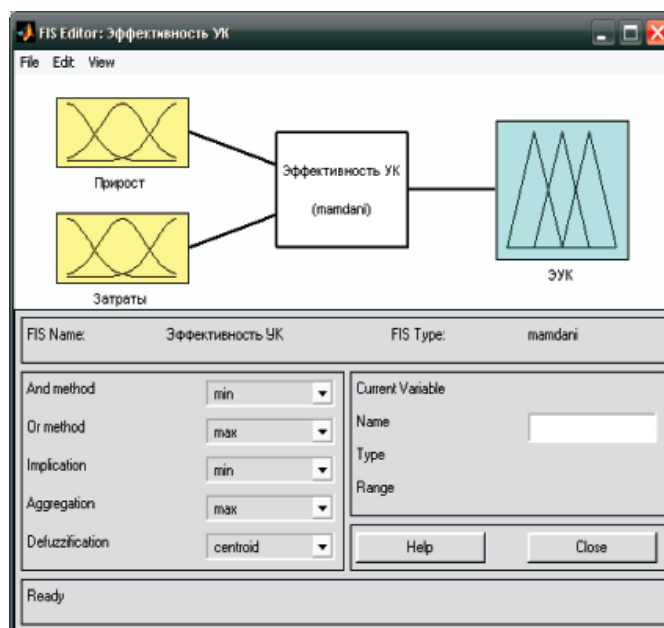


Рис. 1. Окно редактора СНЛВ Эффективность УК

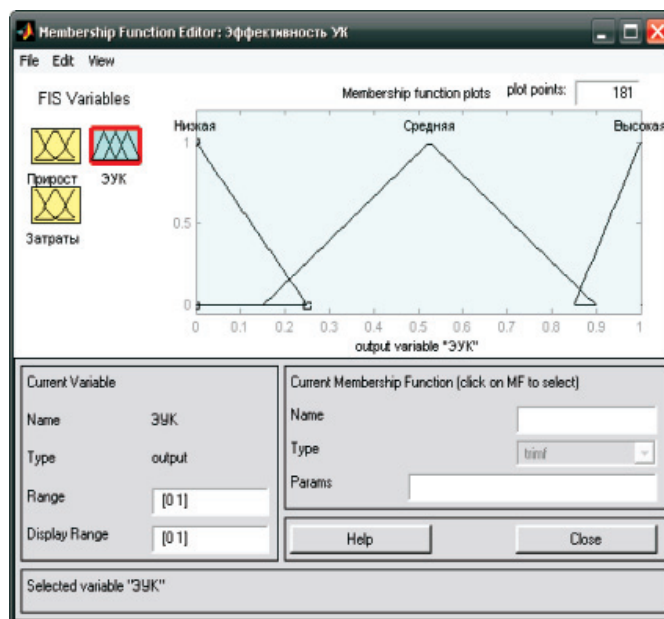


Рис. 2. Окно редактора ФП СНЛВ Эффективность УК

Проиллюстрируем работу модели. Для этого проведём имитационное моделирование входных параметров и с помощью СНЛВ оценим значения выходной переменной. В табл. 2 приведены результаты работы этой части программы.

Средство просмотра поверхности вывода генерирует и выводит карту поверхности вывода СНЛВ ([5]). Это позволяет представить весь спектр сценариев на карте поверхности вывода построенной системы. На

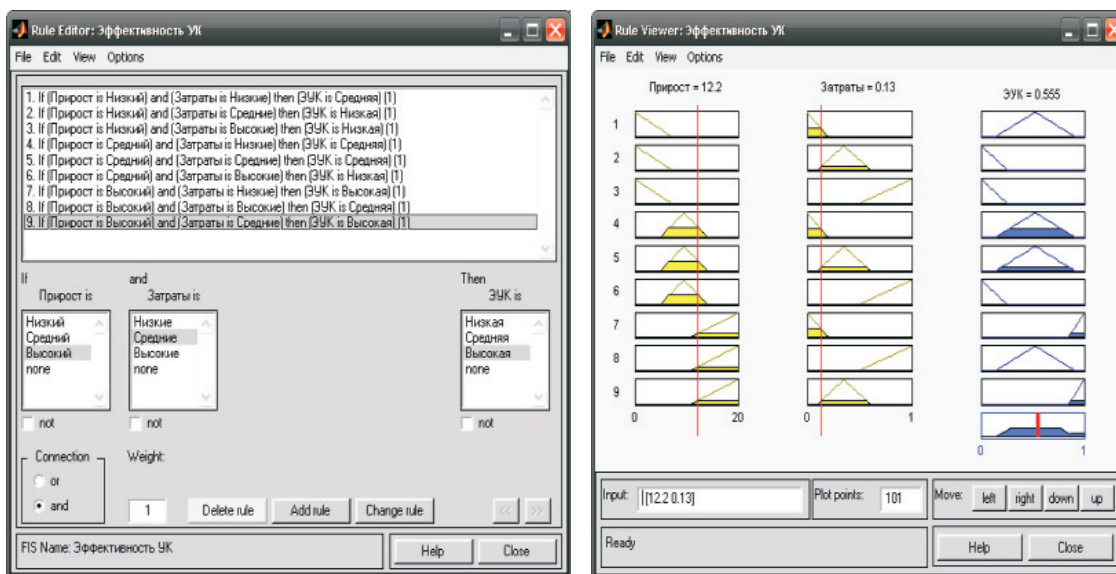
рис. 4 приведена трёхмерная поверхность «входы-выход», соответствующая синтезированной нечётко-логической системе **Эффективность УК**.

Структурная схема моделирующего алгоритма системы оценки эффективности управления качеством

Процесс функционирования предлагаемой системы представлен на рис. 5. Идея, положенная в основу создания указанной си-

стемы, заключается в применении бенчмаркинга – сопоставлении вычисленной оценки $\|K(\cdot)\|$ реального качества с оценкой $\|K(\cdot)\|_{\text{доп}}$ допустимого качества, устанавливаемого

экспертами с учётом финансовых и технических возможностей предприятия, а также требований заказчика. Построение системы оценки качества КИВС описано в [1].



а

б

Рис. 3 Правила вывода (а) и их визуализация (б)

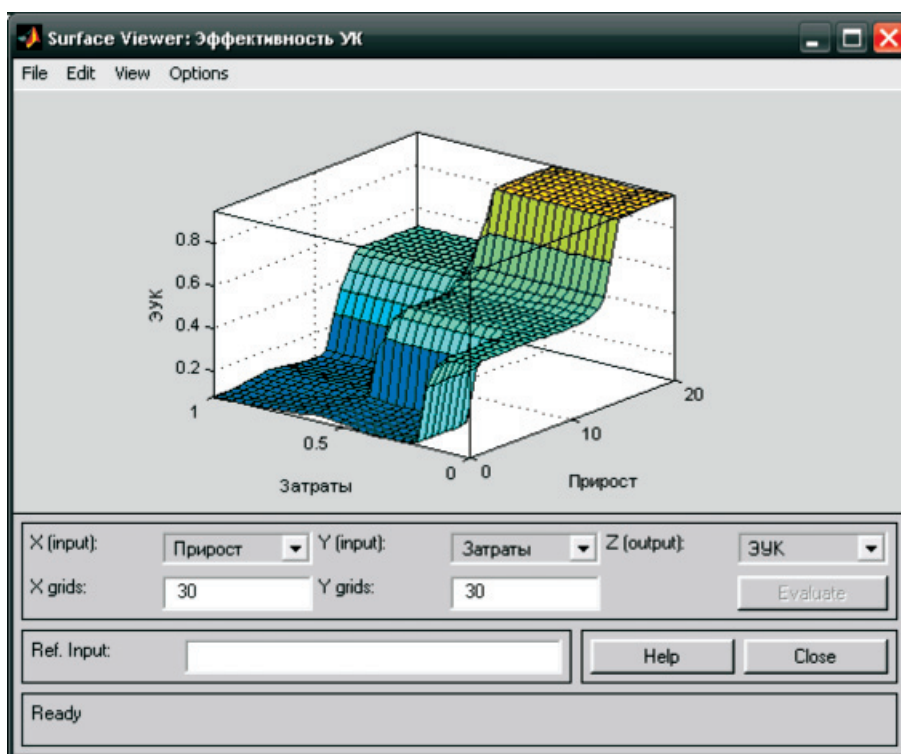


Рис. 4. Окно просмотра поверхности решений

В соответствии со схемой рис. 5, видно, что если условие блока « $\|K(\cdot)\|_{\text{доп}} \leq \|K(\cdot)\|$ » выполняется, то улучшения качества КИВС в данный период не требуется – переход к блоку «Оценка эффективности управле-

ния качеством не производится». Если же условие блока не выполняется, то необходимо провести анализ работы сети с целью повышения её качества. Для этого необходимо выяснить, какие из показателей

качества можно улучшить – блок «Изменение параметров качества $K(\cdot)$ ». Если это не удаётся сделать, то – последовательный переход к блокам «Изменение параметров качества $K(\cdot)$ невозможно» и «Оценка эффективности управления качеством не может быть произведена». Если изменение параметров качества $K(\cdot)$ возможно, то после изменения значений показателей – переход к блоку «Количественная оценка качества $K(\cdot)^*$ », где $K(\cdot)^*$ – качество сети после проведённых мероприятий. Затем – через блоки «Расчёт прироста качества: $\|K(\cdot)^*\| - \|K(\cdot)\|$ » и «Определение коэффициента затрат» переход к блоку «Оценка эффективности управления качеством», представляющего собой СНЛВ, построение которой произведено выше.

Таблица 2
Варианты реализации СНЛВ
Эффективность УК

№ п/п	Прирост	Затраты	ЭУК
1	19,50	0,530	0,712
2	5,78	0,549	0,431
3	14,90	0,041	0,942
4	6,51	0,723	0,103
5	5,05	0,577	0,183
6	13,30	0,505	0,616
7	18,99	0,114	0,942
8	1,01	0,905	0,083
9	9,27	0,359	0,525
10	12,90	0,159	0,587

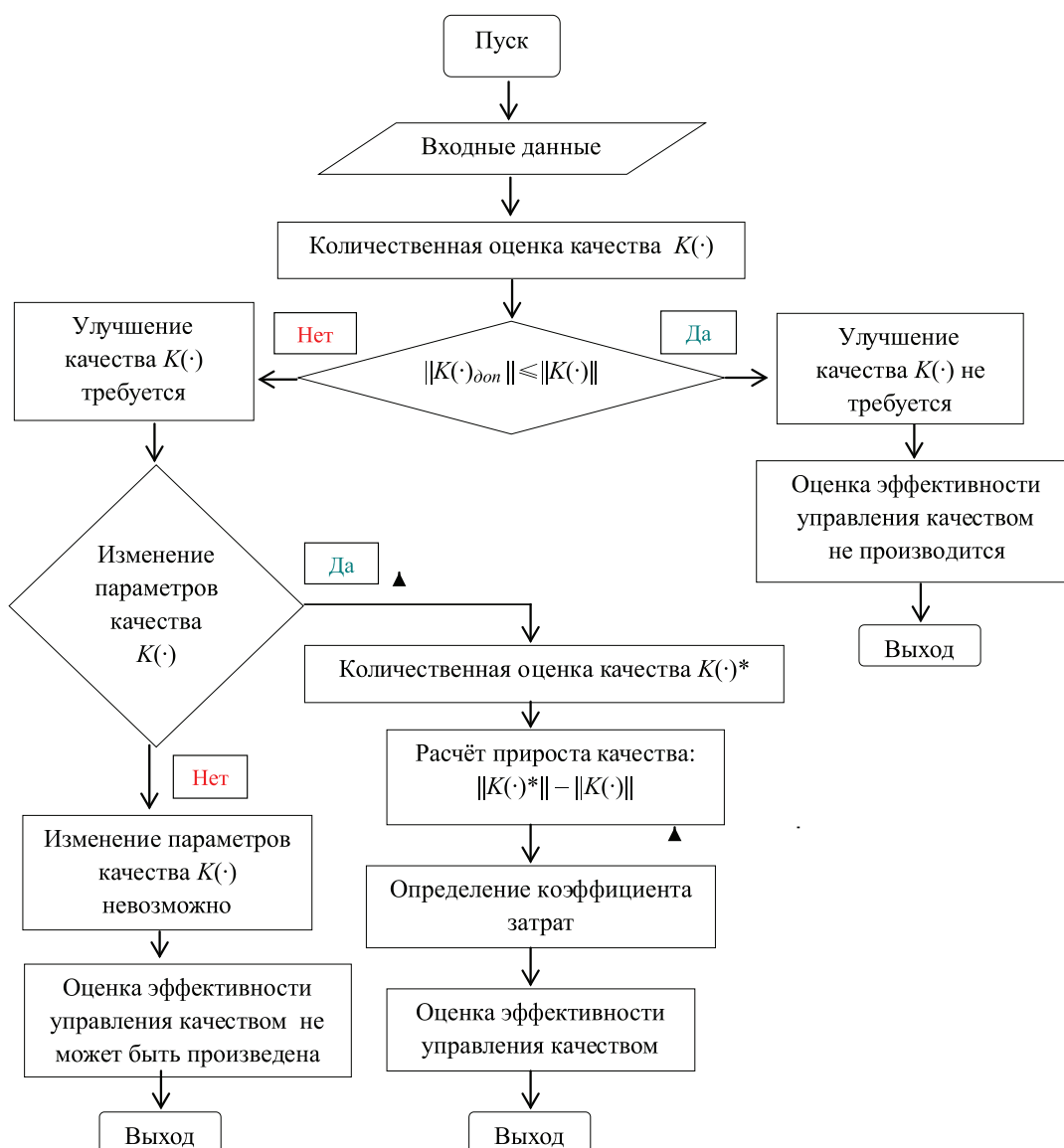


Рис. 5. Структурная схема моделирующего алгоритма системы оценки эффективности управления качеством

Заключение

Практическая значимость исследования состоит в возможности использования построенной системы как универсального средства для определения оценки экономической эффективности управления качеством корпоративной информационно-вычислительной сети, а также возможности формирования комплекса мер по повышению указанной эффективности.

Следует отметить, что предложенная методология нечёткого моделирования оценки экономической эффективности управления качеством КИВС адаптивна к системам различной природы.

Список литературы

1. Герасимова Е.К. Математическое моделирование нечёткой системы управления качеством корпоративной информационно-вычислительной сети / Е.К. Герасимова., Г.И. Горемыкина. // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: труды XIII Межд. конф. – Самара, 2011. – С. 339–345.
2. Горемыкина Г.И. Моделирование нечётко-логической системы управления по результатам деятельности таможенных органов / Г.И. Горемыкина, И.Н. Мастяева // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2013. – № 23. – С. 52–63.
3. Кондратьева С.И. Модель оценки качества инклюзивного образования в вузе / С.И. Кондратьева., И.Н. Мастяева // Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2009. – № 13. – С. 5–9.
4. Пегат А. Нечёткое моделирование и управление. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
5. Ярушклина Н.Г. Основы теории нечётких и гибридных систем. – М.: Финансы и статистика, 2004.

6. Zadeh L.A. Fuzzy sets // Inform. Contr. – 1965. – Vol. 8. – P. 338–353.

References

1. Gerasimova E.K. Mathematical modeling of an fuzzy quality control system of corporate information network / E.K. Gerasimova, G.I. Goremykina // Complex systems: control and modeling problems: Proceedings of the XIII International Conference. Samara, 2011. pp. 339–345.
2. Goremykina G.I. Modeling of fuzzy-logic system of management according to the results of the customs authorities' activities / G.I. Goremykina, I.N. Mastyaeva // National interests: priorities and security. 2013. no. 23. pp. 52–63.
3. Kondratyeva S.I. Model quality evaluation of inclusive education at university / S.I. Kondratyeva, I.N. Mastyaeva // Vestnik of university (State University of Management). 2009. no. 13.
4. Pegat A. Fuzzy modeling and control / M.: BINOM. Laboratory of Knowledge, 2009.
5. Yarushkina N.G. Fundamentals of the theory of fuzzy and hybrid systems / M.: Finance and Statistics, 2004.
6. Zadeh L.A. Fuzzy sets // Inform. Contr. 1965. Vol. 8. pp. 338–353.

Рецензенты:

Тельнов Ю.Ф., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Прикладная информатика в экономике», ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет экономики, статистики и информатики (МЭСИ)», г. Москва;

Уринцов А.И., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Управление знаниями и прикладная информатика в менеджменте», ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет экономики, статистики и информатики (МЭСИ)», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 19.07.2013.