

# § 3 БАЗЫ ЗНАНИЙ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ, СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Седов В.А., Седова Н.А.

## САМООЦЕНКА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ НЕЧЁТКИХ МНОЖЕСТВ

**Аннотация:** В данной работе для проведения автоматического анализа результатов самооценки системы менеджмента качества структурного подразделения вуза предлагается сложная модель, базирующаяся на теории нечетких множеств. Такая модель объединяет 11 модулей, каждый из которых представляет собой нечетко-продукционную систему. В работе показано графическое представление функций принадлежности входных лингвистических переменных, фрагмент базы правил нечётких производных, состоящей из 125 правил, пример поверхности нечеткого вывода, а также демонстрационный пример работоспособности предложенной модели. В работе используется алгоритм нечёткого логического вывода, предложенный Е. Мамдани, реализованный в программной среде FuzzyTECH. Новизна представленной в работе сложной нечетко-продукционной модели обусловлена использованием аппарата теории нечётких множеств, который до сих пор не использовался для анализа результатов самооценки системы менеджмента качества структурного подразделения вуза. Проведенное тестирование модели на релевантных примерах показало её адекватность моделируемым ситуациям.

**Ключевые слова:** система менеджмента качества, самооценка, оценка эффективности, нечеткое множество, нечетко-продукционная модель, лингвистическая переменная, терм-множество, универсальное множество, правило нечётких производных, поверхность нечеткого вывода

В ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского» внедрена система менеджмента качества в соответствии с требованиями стандартов ИСО серии 9000 [1]. Основой перехода внедренной информационной модели системы менеджмента качества университета на современный уровень может служить автоматическая система самооценки эффективности системы менеджмента качества структурного подразделения вуза. Поскольку задача получения самооценки является плохо формализованной [2], сле-

довательно, для её решения целесообразно использовать теорию нечетких множеств [3-6].

В настоящей работе описана разработанная автоматическая система анализа результатов самооценки системы менеджмента качества структурного подразделения вуза, основанная на теории нечетких множеств. Предложенная система, структура которой показана на рис. 1, состоит из 11 нечетко-продукционных систем (НПС), причем первые 7 предназначены для определения каждого из семи критериев стандарта предприятия СТО 8.4.01-2010 [6], с 8 по 10 – для определения промежуточных оценок (связано это с тем, что в случае непосредственного определения результирующей величины нечетко-продукционная система должна содержать 78125 правил, анализ которых практически невозможен), а НПС 11 предназначена для определения результирующей величины, характеризующей уровень самооценки структурного подразделения вуза.

Нечетко-продукционная система 1 предназначена для определения уровня критерия «Лидирующая роль руководства» [6], состоит из 4 входных лингвистических переменных, обозначенных Kriteriy\_1\_1 (характеризующий уровень личного участия руководства вуза в обеспечении разработки, внедрения и постоянного совершенствования системы менеджмента качества структурного подразделения), Kriteriy\_1\_2 (характеризующий уровень личного участия руководства структурного подразделения в работе с внешними заинтересованными сторонами), Kriteriy\_1\_3 (характеризующий уровень содействия руководства структурного подразделения процессам улучшения качества, через обеспечение помощи персоналу), Kriteriy\_1\_4 (характеризующий уровень личного участия руководства в подготовке и организации проведения лицензирование, аттестации, государственной и общественно-профессиональной аккредитации). Выходная лингвистическая переменная Kriterion1 нечетко-продукционной системы 1 характеризует уровень лидирующей роли руководства.

Нечетко-продукционная система 2 предназначена для определения уровня критерия «Планирование в области обеспечения качества» [6], состоит из 4 входных лингвистических переменных, обозначенных Kriterion\_2\_1 (характеризующий уровень планирования и степень участия в этих процессах заинтересованных сторон), Kriterion\_2\_2 (характеризующий уровень планирования сбора и анализа информации о результативности функционирования структурного подразделения при формировании его стратегии). Выходная лингвистическая переменная Kriterion2 нечетко-продукционной системы 2 характеризует уровень планирования в области обеспечения качества.

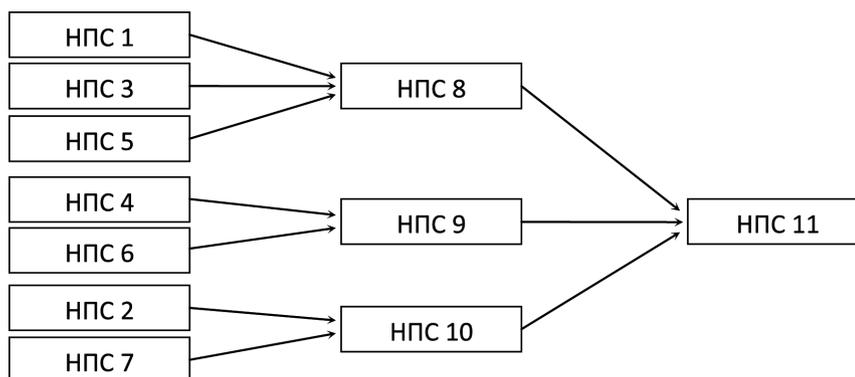


Рис. 1. Структура автоматической системы анализа результатов самооценки системы менеджмента качества структурного подразделения вуза

Нечетко-продукционная система 3 предназначена для определения уровня критерия «Менеджмент персонала» [6], состоит из 4 входных лингвистических переменных, обозначенных Kriteriy\_3\_1 (характеризующий уровень кадровой политики и принципов управления развитием персонала), Kriteriy\_3\_2 (характеризующий уровень механизмов определения квалификационных требований к персоналу, его подготовке и повышению квалификации), Kriteriy\_3\_3 (характеризующий уровень механизмов мотивации, вовлечения и поощрения персонала за деятельность по улучшению качества функционирования структурного подразделения), Kriteriy\_3\_4 (характеризующий уровень обеспечения обратной связи и диалога между персоналом, студентами и руководством структурного подразделения). Выходная лингвистическая переменная Kriteriy3 нечетко-продукционной системы 3 характеризует уровень менеджмента персонала.

Нечетко-продукционная система 4 предназначена для определения уровня критерия «Ресурсы и партнеры» [6], состоит из 4 входных лингвистических переменных, обозначенных Kriteriy\_4\_1 (характеризующий уровень управления эффективностью технологий обучения и контроля знаний), Kriteriy\_4\_2 (характеризующий уровень управления информационными ресурсами), Kriteriy\_4\_3 (характеризующий уровень взаимодействия с внешними и внутренними партнерами). Выходная лингвистическая переменная Kriteriy4 нечетко-продукционной системы 4 характеризует уровень «Ресурсы и партнеры».

Нечетко-продукционная система 5 предназначена для определения уровня критерия «Менеджмент процессов» [6], состоит из 4 входных лингвистических переменных, обозначенных Kriteriy\_5\_1 (характеризующий уровень деятельности по разработке, внедрению и улучшению системы менеджмента качества структурного подразделения), Kriteriy\_5\_2 (характеризующий уровень основных процессов системы качества вуза, т.е. уровень научно-образовательной деятельности вуза), Kriteriy\_5\_3 (характеризующий уровень менеджмента процессов системы качества образовательного учреждения), Kriteriy\_5\_4 (характеризующий уровень обеспечения безопасности жизнедеятельности). Выходная лингвистическая переменная Kriteriy5 нечетко-продукционной системы 5 характеризует уровень менеджмента процессов.

Нечетко-продукционная система 6 предназначена для определения уровня критерия «Удовлетворенность потребителей и персонала» [6], состоит из 4 входных лингвистических переменных, обозначенных Kriteriy\_6\_1 (характеризующий уровень удовлетворенности обучающихся и выпускников), Kriteriy\_6\_2 (характеризующий уровень удовлетворенности работодателей), Kriteriy\_6\_3 (характеризующий уровень удовлетворенности персоналом). Выходная лингвистическая переменная Kriteriy6 нечетко-продукционной системы 6 характеризует уровень удовлетворенности потребителей и персонала.

Нечетко-продукционная система 7 предназначена для определения уровня критерия «Результаты деятельности структурного подразделения» [6], состоит из 4 входных лингвистических переменных, обозначенных Kriteriy\_7\_1 (характеризующий уровень механизмов сбора и анализа информации о результатах деятельности структурного подразделения), Kriteriy\_7\_2 (характеризующий уровень нефинансовых результатов деятельности структурного подразделения). Выходная лингвистическая переменная Kriteriy7 нечетко-продукционной системы 7 характеризует уровень результатов деятельности структурного подразделения.

Каждая из лингвистических переменных нечетко-продукционных систем 1 - 7 состоит из базового терм-множества {very low, low, medium, high, very high}, термы которого заданы на универсальном множестве [1, 10], например, на рисунке 2 представлены нечеткие множества термов входной лингвистической переменной Kpiteriy\_1\_1.

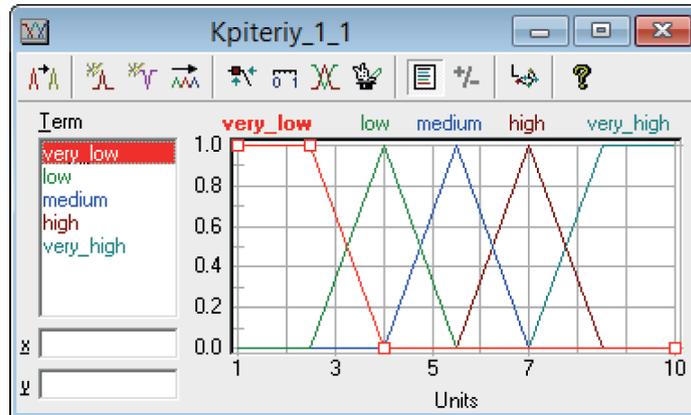


Рис. 2. Нечеткие множества входной лингвистической переменной

Реализация автоматической системы анализа результатов самооценки системы менеджмента качества структурного подразделения вуза осуществлялась с использованием программной среды FuzzyTECH [7]. В качестве метода нечёткого логического вывода использован метод Мамдани [8]. База правил нечетких продукций каждой из нечетко-продукционных систем 1, 3 и 5 состоит из 625 правил, база правил нечетко-продукционных систем 4 и 6 состоит из 125 правил, а нечетко-продукционных систем 2 и 7 – из 25 правил нечетких продукций (на рис. 3. показана база правил нечетких продукций для нечетко-продукционной системы 2, определяющей уровень планирования в области обеспечения качества, а на рис. 4 – трехмерная поверхность нечеткого вывода НПС 2.

Spreadsheet Rule Editor - RB2				
#	IF		THEN	
	Kpiteriy_2_1	Kpiteriy_2_2	DoS	Kpiteriy2
1	very_low	very_low	1.00	very_low
2	very_low	low	1.00	very_low
3	very_low	medium	1.00	low
4	very_low	high	1.00	low
5	very_low	very_high	1.00	medium
6	low	very_low	1.00	very_low
7	low	low	1.00	low
8	low	medium	1.00	low
9	low	high	1.00	medium
10	low	very_high	1.00	high
11	medium	very_low	1.00	low
12	medium	low	1.00	low
13	medium	medium	1.00	medium
14	medium	high	1.00	high
15	medium	very_high	1.00	high
16	high	very_low	1.00	low
17	high	low	1.00	medium
18	high	medium	1.00	high
19	high	high	1.00	high
20	high	very_high	1.00	very_high
21	very_high	very_low	1.00	medium
22	very_high	low	1.00	high
23	very_high	medium	1.00	high
24	very_high	high	1.00	very_high
25	very_high	very_high	1.00	very_high

Рис. 3. База правил нечетких продукций НПС 2

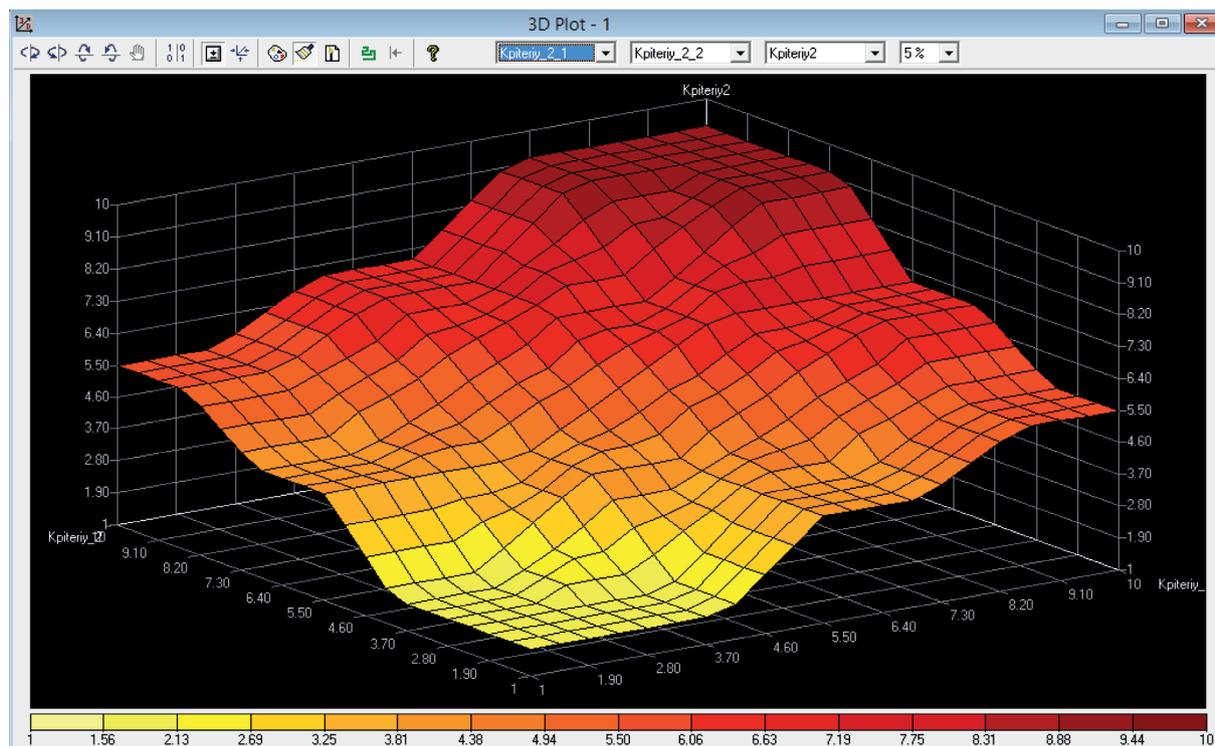


Рис. 4. Поверхность нечеткого вывода НПС 2

Нечетко-продукционная система 8 в качестве выходной лингвистической переменной получает первое промежуточное значение (обозначено QMS1), а в качестве входных лингвистических переменных выступают значения, полученные от НПС 1, 3 и 5. На вход нечетко-продукционной системы 9 поступают выходные данные нечетко-продукционных систем 4 и 6, в результате этого определяется промежуточное значение, обозначенное QMS2, а для определения промежуточного значения QMS3 на вход НПС 10 поступают выходные данные нечетко-продукционных систем 2 и 7. База правил нечетких продукций нечетко-продукционной системы 8 состоит из 125 правил, а НПС 9 и 10 – из 25 правил.

Результирующая нечетко-продукционная система 11, определяющая уровень самооценки системы менеджмента качества структурного подразделения вуза (обозначено QMS), в качестве входных лингвистических переменных получает значения, полученные на выходе нечетко-продукционных систем 8-10. База правил нечетких продукций НПС 11 состоит из 125 правил. Результирующая величина, характеризующая уровень самооценки системы менеджмента качества структурного подразделения вуза, позволяет «наметить и реализовать дальнейшие шаги к улучшению» [1], причем для этого рекомендуется использовать шкалу, введенную в работе [9]:

Таблица 1. Шкала самооценки

<b>Наименование терма выходной лингвистической переменной НПС 11</b>	<b>Краткая характеристика полученного результата</b>
<b>very low</b>	Структурное подразделение «не учитывает наличие системы менеджмента качества в своей деятельности»
<b>low</b>	Структурное подразделение «не рассматривает деятельность в области качества как основную и необходимую». Необходимо «произвести анализ политики и целей в области качества и по результатам провести внутренний аудит деятельности структурного подразделения».
<b>medium</b>	Структурному подразделению необходимо повысить показатели, выявив и проанализировав критерии 1 - 7
<b>high</b>	Структурное подразделение достигло достаточно высоких результатов в своей деятельности. Рекомендуется реализовывать принцип постоянного улучшения».
<b>very high</b>	Структурное подразделение достигло очень высоких результатов в своей деятельности. Рекомендуется «поддерживать текущее состояние и реализовывать принцип постоянного улучшения».

Общее число используемых в представленной автоматической системе анализа результатов самооценки системы менеджмента качества структурного подразделения вуза нечетких множеств равно 160, а правил нечетких продукций – 2475.

Тестирование модели автоматической системы анализа результатов самооценки системы менеджмента качества структурного подразделения вуза на нескольких примерах показало её адекватность моделируемым ситуациям. Так, на рисунке 5 показан пример функционирования такой системы, в котором система показывает все уровни критериев самооценки, промежуточные уровни и результирующий уровень самооценки системы менеджмента качества структурного подразделения вуза.

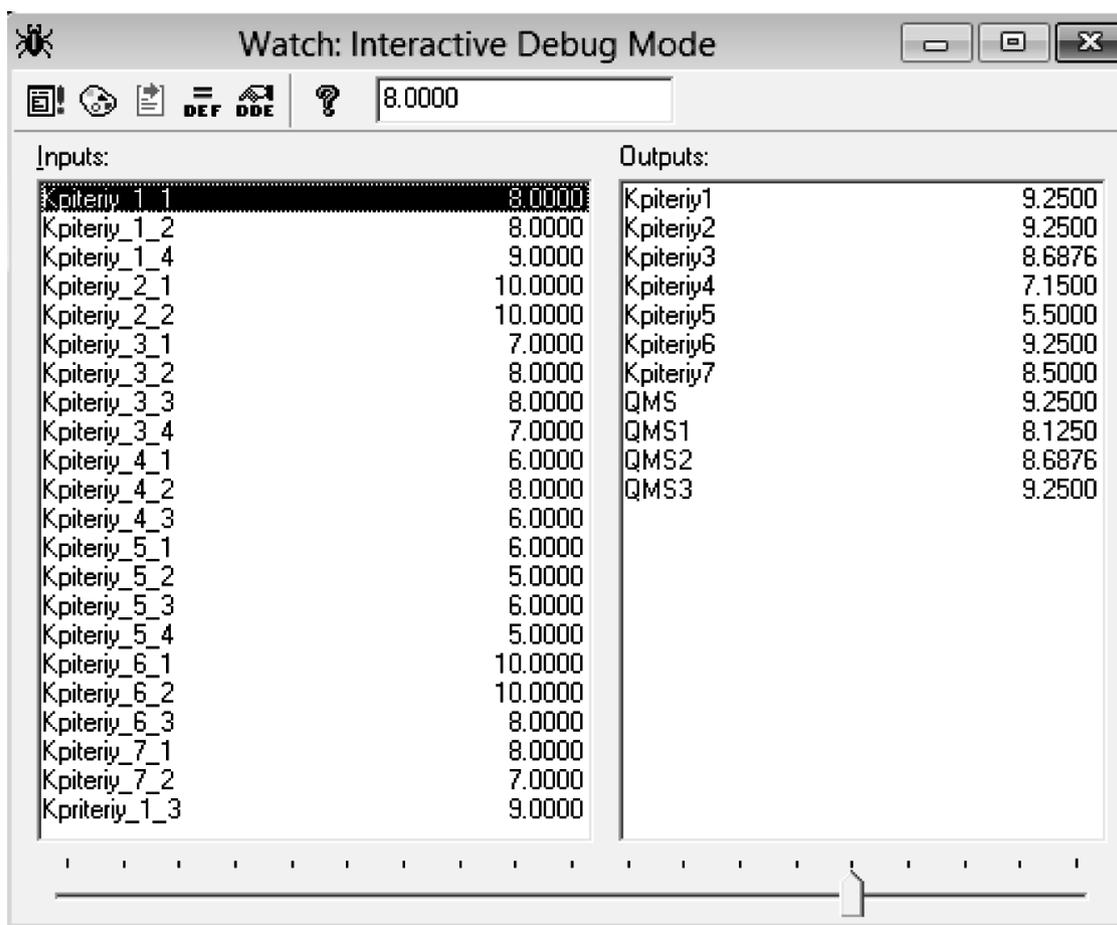


Рис. 5. Пример функционирования автоматической системы анализа результатов самооценки

### Библиография :

1. Новикова Н.В. Система менеджмента качества в Морском государственном университете им. адм. Г.И. Невельского: достижения и пути развития // Транспортное дело России, 2011. – № 2, с. 175-177.
2. Сироткин Г.В. Недостатки современных систем менеджмента качества и возможный способ их устранения // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии, 2013. – № 1(21), с. 145-150.
3. Катасёв А.С., Емалетдинова Л.Ю. Нечётко-продукционная каскадная модель диагностики состояния сложного объекта // Программные системы и вычислительные методы, 2013. – № 1, с. 69-81.
4. Емалетдинова Л.Ю., Новикова С.В. Автоматическая генерация системы нечеткого вывода типа Мамдани на основе существующей системы типа Такаги-Сугено // Программные системы и вычислительные методы, 2013. – № 2, с. 151-159.
5. Боровский А.С. Модели оценки защищенности потенциально – опасных объектов от угроз с использованием экспертной информации в нечеткой форме // Кибернетика и программирование.-2013.-4.-С. 14-45. DOI: 10.7256/2306-4196.2013.4.9593. URL: [http://www.e-notabene.ru/kp/article\\_9593.html](http://www.e-notabene.ru/kp/article_9593.html)

6. Стандарт организации. Система менеджмента качества. СТ0 8.4.01-2010. Самооценка системы менеджмента качества с включением аккредитационных показателей. – Владивосток: МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2011. – 38 с.
7. Седова Н.А. Разработка интеллектуальных систем на базе нечеткой логики в FuzzyTech (методические указания к лабораторной работе). Владивосток: МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2012. – 56 с.
8. Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб: БХВ-Петербург, 2005 – 736 с.
9. Овчаренко А.Г., Вальтер Ю.Р. К вопросу оценки эффективности системы менеджмента качества вуза // Стандарты и качество [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=48362>.

### **References:**

1. Novikova N.V. Sistema menedzhmenta kachestva v Morskom gosudarstvennom universitete im. adm. G.I. Nevel'skogo: dostizheniya i puti razvitiya // Transportnoe delo Rossii, 2011. – № 2, s. 175-177.
2. Sirotkin G.V. Nedostatki sovremennykh sistem menedzhmenta kachestva i vozmozhnyi sposob ikh ustraneniya // Prikaspiiskii zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii, 2013. – № 1(21), s. 145-150.
3. Katasev A.S., Emaletdinova L.Yu. Nечetko-produktsionnaya kaskadnaya model' diagnostiki sostoyaniya slozhnogo ob'ekta // Programmnye sistemy i vychislitel'nye metody, 2013. – № 1, s. 69-81.
4. Emaletdinova L.Yu., Novikova S.V. Avtomaticheskaya generatsiya sistemy nechetkogo vyvoda tipa Mamdani na osnove sushchestvuyushchei sistemy tipa Takagi-Sugeno // Programmnye sistemy i vychislitel'nye metody, 2013. – № 2, s. 151-159.
5. Borovskii A.S. Modeli otsenki zashchishchennosti potentsial'no – opasnykh ob'ektov ot ugroz s ispol'zovaniem ekspertnoi informatsii v nechetkoi forme // Kibernetika i programmirovaniye. – 2013. – 4. – С. 14-45. DOI: 10.7256/2306-4196.2013.4.9593. URL: [http://www.e-notabene.ru/kp/article\\_9593.html](http://www.e-notabene.ru/kp/article_9593.html)
6. Standart organizatsii. Sistema menedzhmenta kachestva. ST0 8.4.01-2010. Samootsenka sistemy menedzhmenta kachestva s vklucheniem akkreditatsionnykh pokazatelei. – Vladivostok: MGU im. adm. G.I. Nevel'skogo, 2011. – 38 s.
7. Sedova N.A. Razrabotka intellektual'nykh sistem na baze nechetkoi logiki v FuzzyTech (metodicheskie ukazaniya k laboratornoi rabote). Vladivostok: MGU im. adm. G.I. Nevel'skogo, 2012. – 56 s.
8. Leonenkov A.V. Nечetkoe modelirovaniye v srede MATLAB i fuzzyTECH. SPb: BKhV-Peterburg, 2005 – 736 s.
9. Ovcharenko A.G., Val'ter Yu.R. K voprosu otsenki effektivnosti sistemy menedzhmenta kachestva vuza // Standarty i kachestvo [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=48362>.