

УДК 004.832.3

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ НЕЧЕТКИХ ПРОДУКЦИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ АУДИТА БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Найханова И.В.

ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», Улан-Удэ, e-mail: irishka_ever@mail.ru

Обоснована актуальность автоматического формирования базы нечетких продукций. Данный метод используется при обработке результатов аудита систем обеспечения безопасности персональных данных. При решении данной прикладной задачи используется нечеткая продукция с MISO-структурой. Основная часть статьи посвящена рассмотрению метода формирования базы нечетких продукций. Описаны основные этапы выполнения алгоритма: формирование множества атомарных формул, формирование множества предусловий, множества заключений и множества правил. Дано определение понятия непротиворечивости нечеткой продукции. Даны примеры противоречивых и непротиворечивых правил. Описан способ исключения из базы знаний противоречивых нечетких продукций. На примере показана достоверность алгоритма. Предложенный алгоритм прост в реализации. Он может эффективно использоваться для формирования базы нечетких продукций в нестабильных предметных областях.

Ключевые слова: нечеткий логический контроллер, база знаний, нечеткая продукция, автоматическое формирование базы нечетких продукций, свойства базы знаний

BASE CREATING OF FUZZY PRODUCTION FOR PROCESSING THE AUDIT RESULTS OF PERSONAL DATA SECURITY

Naykhanova I.V.

East Siberia State University of Technology and Management, Ulan-Ude, e-mail: irishka_ever@mail.ru

The article is devoted to the method of creating knowledge base as sets of fuzzy rules. The method is used in processing the results of the audit the security of personal data. In solving this problem applied MISO fuzzy rule. The main part of the article is devoted to the automatic construction the knowledge base as sets of fuzzy rules. The basic steps: construction of atomic formulas, construction of preconditions, construction of conclusions and construction of fuzzy rule bases. The paper defines the concept of noncontradiction of fuzzy rule. Give an account of a method of exclusion from the knowledge base noncontradiction fuzzy rules. At the paper show the adequacy of the algorithm. The proposed algorithm is simple to implement. It can effectively be used to creating knowledge base in unstable subject fields.

Keywords: fuzzy logic controller, the knowledge base, fuzzy production, automatic generation of fuzzy productions base, knowledge base properties

При проведении аудита соответствия системы обеспечения безопасности персональных данных требованиям законодательства необходимо выявить уровень соответствия [5]. Уровень соответствия может быть определен по трем критериям:

- степень документированности;
- степень выполнения;
- степень информированности.

Каждый критерий рассчитывается на основе значений, полученных в процессе проведения аудита методами получения свидетельств по заданной системе частных показателей. Система частных показателей, как правило, имеет иерархическую структуру. Оценивание системы частных показателей осуществляется с применением нечеткого логического контроллера, одним из основных компонентов которого является база нечетких продукций [6]. В связи с тем, что законодательство в области защи-

ты персональных данных находится в стадии развития, т.е. постоянно изменяется, то это влечет за собой и изменение структуры частных показателей [3]. Этот факт требует корректировки базы нечетких продукций. Поэтому для создания адаптационного механизма нечеткого логического контроллера потребовалось разработать алгоритм автоматического формирования базы нечетких продукций.

Ядро нечеткой продукции

Рассмотрим подробно структуру центрального компонента (ядра) нечеткой продукции ($A \Rightarrow B$) [1, 2, 7]. Оно представляет собой правило типа «Если $A \Rightarrow$ То B », в котором A есть множество посылок (предусловий) $\{a_1, \dots, a_n\}$, а B множество заключений $\{b_1, \dots, b_m\}$. Элементы $a_i \in A$ и $b_j \in B$ представляют собой предикат над фактами и подразумевают выражение вида:

$$\langle \text{лингвистическая переменная} \rangle = \langle \text{значение} \rangle. \quad (1)$$

Лингвистическая переменная является входной, обозначает некоторый параметр, являющийся некоторой характеристикой

предметной области (в нашем случае частный или групповой показатель) и представляет собой предикат над фактами,

принимая значения из некоторого списка, который называется терм-множеством T .

Элемент $b_j \in B$ является заключением правила и регистрирует факт, что предусловие A выполнимо (истинно).

Примеры предусловия и заключения:

1) предусловие:

$$a_1 = I_1 \text{ is low, } a_2 = I_2 \text{ is very high;}$$

2) заключение:

$$b_1 = O \text{ is middle.}$$

В этих примерах I_1, I_2 – входные лингвистические переменные, O – выходная лингвистическая переменная, а термы $\{\text{«low»}, \text{«very high»}, \text{«middle»}\} \in T$.

$$pci_i = (I_i \text{ is } t_j), I_i \in I, i = 1..|I|, t_j \in T, j = 1..|T|; \quad (2)$$

$$pco_i = (O_i \text{ is } t_j), O_i \in O, i = 1..|O|, t_j \in T, j = 1..|T|. \quad (3)$$

Предусловие есть логическая формула, в которой атомарные формулы (предикаты pci) связаны между собой конъюнкцией. В том случае, когда требуется логическая операция «дизъюнкция», вместо одного правила можно написать $(n + 1)$ правил, не содержащих дизъюнкцию (n – число дизъюнкций).

Итак, необходимо разработать алгоритм, позволяющий генерировать базу нечетких продукций, обладающую полнотой, избыточностью и непротиворечивостью. Нечеткие продукции, составляющие базу знаний, необходимые для оценки системы частных показателей, должны иметь заключение, в котором содержится одна атомарная формула и предусловие, включающее более одной атомарной формулы. Такая структура нечеткой продукции называется MISO-структурой (MultiInput – SingleOutput, много входов – один выход).

Алгоритм формирования множества нечетких продукций

Естественно, что формирование нечеткой продукции, в первую очередь, включает в себя формирование ее компонентов, т.е. предусловия (CI) и заключения (CO), комбинация которых определяет нечеткую продукцию.

1. *Множество возможных предусловий.* Компонентами данного множества являются атомарные формулы логики предикатов вида (1). Для формирования множества атомарных формул A создадим таблицу, в строках которой расположены входные лингвистические переменные I_i , а в столбцах – термы t_j . Элемент таблицы a_{ij} есть пересечение i -й входной лингвистической переменной и j -го термина, соединенных гла-

Тогда нечеткая продукция будет иметь вид:

$$r_1 = \text{If } (I_1 \text{ is low}) \text{ and } (I_2 \text{ is very high}) \\ \text{then } (O_1 \text{ is middle}).$$

Таким образом, имеем:

– множество входных лингвистических переменных $I = \{I_1, \dots, I_n\}$;

– множество выходных лингвистических переменных $O = \{O_1, \dots, O_m\}$;

– множество термов лингвистических переменных $T = \{t_1, \dots, t_k\}$.

Обозначим предикаты предусловия символами pci и предикаты заключения – pco , тогда pci и pco соответственно имеют вид (2) и (3):

голом «is» (обозначение отношения характеристики «является» или «есть»): $I_i \text{ is } t_j$. Таким образом, множество $A = \{a_{ij}\}$ есть множество всех возможных атомарных формул предусловий.

Обозначим множество элементов i -й строки таблицы как A_i , тогда множество возможных предусловий CI найдем как декартово произведение множеств A_i :

$$CI = A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n,$$

где $n = |I|$.

Например, пусть имеем множество входных лингвистических переменных $I = \{I_1, I_2, I_3\}$, множество нечетких переменных: $T = \{t_1, t_2, t_3\}$, тогда множество атомарных формул A составляют элементы таблицы.

Табличное представление элементов множества A

Термы → Входные лингвистические переменные ↓	t_1	t_2	t_3
I_1	$I_1 \text{ is } t_1$	$I_1 \text{ is } t_2$	$I_1 \text{ is } t_3$
I_2	$I_2 \text{ is } t_1$	$I_2 \text{ is } t_2$	$I_2 \text{ is } t_3$
I_3	$I_3 \text{ is } t_1$	$I_3 \text{ is } t_2$	$I_3 \text{ is } t_3$

$$A_1 = \{(I_1 \text{ is } t_1), (I_1 \text{ is } t_2), (I_1 \text{ is } t_3)\}.$$

$$A_2 = \{(I_2 \text{ is } t_1), (I_2 \text{ is } t_2), (I_2 \text{ is } t_3)\}.$$

$$A_3 = \{(I_3 \text{ is } t_1), (I_3 \text{ is } t_2), (I_3 \text{ is } t_3)\}.$$

Для приведенного примера $CI = A_1 \times A_2 \times A_3$. Мощностью этого множества есть произведение мощностей множеств A_i – компонентов декартова произведения, в примере $|CI| = 27$:

$$CI = \{ ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1)), ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)), ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)), \\ ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1)), ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)), ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)), \\ ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1)), ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)), ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)), \\ ((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1)), ((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)), ((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)), \\ ((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1)), ((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)), ((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)), \\ ((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1)), ((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)), ((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)), \\ ((I_1 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1)), ((I_1 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)), ((I_1 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)), \\ ((I_1 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1)), ((I_1 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)), ((I_1 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)), \\ ((I_1 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1)), ((I_1 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)), ((I_1 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)) \}.$$

Данное множество полное и избыточное.

2. *Множество возможных заключений.*

Данное множество есть декартово произведение множества выходных лингвистических переменных O_i на множество термов T .

Например, пусть множество выходных лингвистических переменных, как в нашем случае, состоит из одной переменной и имеет вид: $O = \{O_1\}$, а множество термов – $T = \{t_1, t_2, t_3\}$, тогда множество заключений есть $\{O_1\} \times T = \{(O_1, t_1), (O_1, t_2), (O_1, t_3)\}$

или, применяя к каждой паре вид атомарной формулы, получаем $CO = \{(O_1 \text{ is } t_1), (O_1 \text{ is } t_2), (O_1 \text{ is } t_3)\}$.

Данное множество также является полным и избыточным.

3. *Множество нечетких продукций.*

Множество нечетких продукций R можно найти, как декартово произведение $R = CI \times CO$.

Для вышеприведенного примера множество R имеет вид:

$$R = \{ \text{if } (I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1), \\ \text{if } ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1), \\ \text{if } ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1), \\ \text{if } ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1)) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1), \\ \text{if } ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1), \\ \text{if } ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1), \\ \dots \\ \text{if } (I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_2), \\ \text{if } ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_2), \\ \text{if } ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_2), \\ \dots \\ \text{if } (I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_1) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_3), \\ \text{if } ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_2)) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_3), \\ \text{if } ((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_3), \\ \dots \\ \text{if } ((I_1 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_3) \text{ and } (I_3 \text{ is } t_3)) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_3) \}.$$

Мощность данного множества R равна 78.

Полученное множество R является полным, избыточным, но противоречивым. Поэтому далее необходимо выполнить преобразования над этим множеством, которые позволят избавиться от обладания свойством противоречивости.

4. *Удаление противоречивых нечетких продукций.*

В работе [4] предложены определения непротиворечивости множества правил классических продукций. Рассмотрим определения непротиворечивости множества правил нечетких продукций, уточненные с точки зрения решаемой задачи.

Определение 1: База нечетких продукций обладает свойством непротиворечивости, если не содержит непротиворечивых нечетких продукций.

Определение 2: Нечеткая продукция называется непротиворечивой, если факты предусловия правила не противоречат фактам заключения, т.е. факты заключения не

$$r_1 = \text{If } (I_1 \text{ is low}) \text{ and } (I_2 \text{ is low}) \text{ then } (O_1 \text{ is middle}).$$

$$r_2 = \text{If } (I_1 \text{ is low}) \text{ and } (I_2 \text{ is low}) \text{ then } (O_1 \text{ is high}).$$

$$r_3 = \text{If } (I_1 \text{ is high}) \text{ and } (I_2 \text{ is middle}) \text{ then } (O_1 \text{ is low}).$$

$$r_4 = \text{If } (I_1 \text{ is high}) \text{ and } (I_2 \text{ is high}) \text{ then } (O_1 \text{ is middle}).$$

В данном примере множеству термов T соответствует шкала S :

$$S = \{low < middle < high\}.$$

Это означает, что:

– в r_1 терм предусловия «low» предшествует терму заключения «middle»;

$$r_5 = \text{If } (I_1 \text{ is high}) \text{ and } (I_2 \text{ is low}) \text{ then } (O_1 \text{ is middle}).$$

$$r_6 = \text{If } (I_1 \text{ is high}) \text{ and } (I_2 \text{ is middle}) \text{ then } (O_1 \text{ is middle}).$$

$$r_7 = \text{If } (I_1 \text{ is high}) \text{ and } (I_2 \text{ is middle}) \text{ then } (O_1 \text{ is high}).$$

Примеры показывают, что непротиворечивыми продукциями являются те, у которых терм заключения лежит в пределах термов предусловия.

Таким образом, необходимо найти подмножество $R' \in R$ при условии:

$$r' \in R', \text{ если } \begin{cases} t^{co} < t^{ci} \\ t^{co} > t^{ci} \end{cases}$$

Из множества R требуется удалить подмножество R' : $\tilde{R} = R \setminus R'$.

Таким образом, получили множество \tilde{R} .

Сформированное множество нечетких продукций является полным, избыточным и непротиворечивым.

$$R_1 = \{$$

if $((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1))$, // правило r_{11}

if $((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1))$, // правило r_{12}

if $((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1))$, // правило r_{13}

if $((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_2))$, // правило r_{14}

if $((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_2))$, // правило r_{15}

if $((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_2))$. // правило r_{16}

содержат термов, которые предшествуют термам предусловия или термов, которые следуют за термами предусловия.

Сформированное множество R включает подмножество R' , элементами которого являются противоречивые нечеткие продукции в соответствии с определением 2. Примеры противоречивых фактов:

– в r_2 терм предусловия «low» предшествует терму заключения «high»;

– в r_3 термы предусловия «middle» и «high» предшествуют терму заключения «low»;

– в r_4 терм предусловия «high» предшествует терму заключения «middle».

Ниже приведены примеры непротиворечивых продукций:

Результаты исследования и их обсуждение

С целью проверки достоверности алгоритма выполнена его программная реализация. Сформированная база нечетких продукций записывается в xml-файл, который используется нечетким логическим контроллером. Вычислительные эксперименты, связанные с оценкой частных показателей, на данный момент показали корректность базы нечетких продукций. Поясним на небольшом примере.

Пусть имеем две входные лингвистические переменные I_1, I_2 , одну выходную лингвистическую переменную O и два термина t_1, t_2 .

Аналог xml-файла, сгенерированного в результате вычислительного эксперимента, имеет вид:

Множество нечетких продукций, полученное в результате декартова произведения $C1 \times CO$:
 $R2 = \{$

- | | |
|--|---------------------|
| if $((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1))$, | // правило r_{21} |
| if $((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1))$, | // правило r_{22} |
| if $((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1))$, | // правило r_{23} |
| if $((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_1))$, | // правило r_{24} |
| if $(I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_2)$, | // правило r_{25} |
| if $((I_1 \text{ is } t_1) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_2))$, | // правило r_{26} |
| if $((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_1) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_2))$, | // правило r_{27} |
| if $((I_1 \text{ is } t_2) \text{ and } (I_2 \text{ is } t_2) \text{ then } (O_1 \text{ is } t_2))$ }. | // правило r_{28} |

Как видим, в R_1 отсутствуют правила r_{24} и r_{25} , принадлежащие R_2 , так как являются противоречивыми в силу определения 2.

Заключение

В статье рассмотрен способ генерации нечетких продукций, имеющих MISO-структуру. Формируемая база знаний обладает свойствами полноты, избыточности и непротиворечивости. Алгоритм дает положительный эффект при его применении для решения задач, предметные области которых не отличаются стабильностью.

Список литературы

1. Аверкин А.Н., Головина Е.Ю., Сергиевский А.Е. Проектирование нечетких регуляторов на основе треугольных норм // Известия академии наук. Теория и системы управления. – 1997. – № 5. – С. 112–118.
2. Аверкин А.Н., Головина Е.Ю., Круг П.Г. Система настройки модели нечеткого регулятора на логику пользователя // Труды Шестой нац. конф. по искусственному интеллекту с междунар. участием КИИ'98. 5–11 октября 1998. – Пушино, Россия, Том I. – С. 350–355.
3. Бабкин С.Д. Требования нормативных правовых актов Российской Федерации в области обеспечения безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных. Электронный ресурс: <http://iscs-expo.primexpo.ru/media/52/pdf/babkin.pdf>.
4. Махортов С.Д. Порождающие множества в продукционных системах // Вестник ВГУ. – 2002. – № 2. – С. 69–76.
5. Найханова И.В. Виды и методики аудита информационной безопасности: состояние и анализ // Информатизация образования и науки. – 2012. – № 15. – С. 81–94.
6. Найханова И.В. Пример расчета величины риска с применением алгоритма нечеткого вывода Мамдани // Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий. – 2012. – № 11. – С. 116–121.
7. Zadeh L.A. The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning // Information Sciences 8. – 1975. – P. 199–251, P. 301–357.

References

1. Averkina A.N., Golovina E.Y., Sergievskiy A.E. Proektirovanie necherkikh reguljatorov na osnove triangulyarnykh norm // Izvestiya akademii nauk. Teoriya i sistemy upravleniya. – 1997 g., no. 5, pp. 112–118.
2. Averkina A.N., Golovina E.Y., Krug P.G. Sistema nastroyki modeli necherkogo reguljatora na logiku polzovatelya // Trudi VI nacionalnoy konf. po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII'98. 5–11 oktyabrya 1998, Puschino, Rossiya, Tom I, pp. 350–355.
3. Babkin S.D. Trebovaniya normativnykh pravovykh aktov RF v oblasti obespecheniya bezopasnosti personalnykh dannykh pri ih obrabotke v informacionnykh sistemah personalnykh dannykh /Electronnyy resurs: <http://iscs-expo.primexpo.ru/media/52/pdf/babkin.pdf>.
4. Makhortov S.D. Porozhdayuschie mnozhestva v produkcionnykh sistemah // Vestnik VGU. 2002. no. 2. pp. 69–76.
5. Naykhanova I.V. Vidy metodiki audita informacionnoy bezopasnosti: sostoyanie i analiz // Informatizaciya obrazovaniya i nauki. 2012. no. 15. pp. 81–94.
6. Naykhanova I.V. Primer raschera velichiny riska s primeneniem algoritma necherkogo vyvoda Mamdani // Teoreticheskie i prikladnye voprosy sovremennykh informacionnykh tehnologiy. 2012. no. 11. pp. 116–121.
7. Zadeh L.A. The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning // Information Sciences 8, 1975. pp. 199–251, pp. 301–357.

Рецензенты:

Мижидон А.Д., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Прикладная математика», ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», г. Улан-Удэ;
 Ширапов Д.-Д.Ш., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой «Электронно-вычислительные системы», ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», г. Улан-Удэ.

Работа поступила в редакцию 18.04.2014.