

Якщо оптимальний (найкращий) показник якості – середини поля допуску і при цьому параметр форми змінюється від 0,1 до 1 з кроком 0,1 або від 1 до 10 з кроком 1, то функції бажаності будуть мати вигляд:

$$\Phi_x = \begin{cases} \left[\frac{x_i - x_{i\min}}{t_i - x_{i\min}} \right]^{\left(\frac{R}{(x_{i\max} - x_{i\min})} \right)}, & X_{i\min} \leq X_i \leq t_i, \\ \left[\frac{x_i - x_{i\max}}{t_i - x_{i\max}} \right]^{\left(\frac{x_{i\max} - x_{i\min}}{R} \right)}, & t_i < X_i \leq X_{i\max}, \end{cases} \quad (7)$$

де t_i – середина поля допуску; R – поле розсіювання показників якості.

Застосування такого виду функції бажаності дозволить отримувати показник якості процесів на безрозмірній шкалі, а параметр форми дозволить вибирати необхідну функцію, залежно від точності та значимості процесу.

5. Висновки

Для системного управління якістю на підприємстві необхідно всю діяльність розділити на процеси, оцінювати їх та за результатами оцінок вводити коригувальні та запобіжні дії, для цього необхідно оцінювати процеси, а щоб ними можна було управляти, оцінки повинні бути кількісними, тобто мати числове вираження. Пропонується застосувати інформаційний підхід, але для цього необхідно мати оцінки елементарних процесів (операцій). Для оцінювання операцій пропонуються функції бажаності, що дозволять отримати оцінки якості процесів в безрозмірному вираженні.

Література

1. Системи управління якістю. Вимоги: ДСТУ ISO 9001:2009 [Текст] / Чинний від 2009-09-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 72 с.

2. Системи управління якістю. Основні положення та словник: ДСТУ ISO 9000:2007 [Текст] / Чинний від 2008-01-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 72 с.

3. Триш, Г. М. Система залежностей для оцінювання процесів систем управління якістю підприємств [Текст] / Г. М. Триш // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Т. 4, № 3 (64). – С. 60–63. – Режим доступа: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/16283/13802>

4. Азгальдов, Г. Г. О квалиметрии [Текст] / А. А. Азгальдов, Э. П. Райхман. – М.: Издательство стандартов, 1973. – 172 с.

5. Байцар, Р. І. Стандарти ISO серії 9000: еволюція підходів до управління якістю [Текст]: зб. матер. VI Всеукр. наук.-прак. семінару / Р. І. Байцар, А. В. Гунькало // Якість: проблеми та рішення, 2006 – С. 35–36.

6. Федюкин, В. К. Основы квалиметрии. Управление качеством продукции. [Текст] / В. К. Федюкин. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2004. – 296 с.

References

1. Systemy upravlinnia yakistiu. Vumogu [The quality management system. Requirements] (2009). DSTU ISO 9001:2009. from 01.09.2009. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 72.

2. Systemy upravlinnia yakistiu. Osnovni polozhennia i slovnik [The quality management system. Fundamentals and vocabulary] (2008). DSTU ISO 9000:2007. from 01.09.2008. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 72.

3. Trish, G. M. (2013). System of dependencies for assessment of enterprises quality management processes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4/3 (64), 60–63. Available at: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/16283/13802>

4. Azgaldov, G. G., Rajchman, E. P. (1973). O kvalimetrii. [About qualimetry]. Moscow: Izdatelstvo standartov, 172.

5. Bajtsar, P. I., Gunkalo, A. V. (2006). Standartu ISO serii 9000: evolytsiia pidxodiv do upravlinnia yakistiu [Standards of ISO 9000: the evolution of approaches to quality management]. Zbirnik materialiv VI Vseukrainskogo naukovopractichnogo seminaru "Yakist: problemy i rishennia", 35–36.

6. Fedyukin, V. K. (2004). Osnovy kvalimetrii. Upravlenie kachestvom produktii [Fundamentals qualimetry. Quality management product]. Moscow: Informatsionno-izdatelsky dom "Filin", 296.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Гордіїв А. С.
Дата надходження рукопису 20.03.2015*

Катрич Олег Олександрович, здобувач, кафедра охорони праці, стандартизації та сертифікації, Українська інженерно-педагогічна академія, вул. Університетська, 16, м. Харків, Україна
E-mail: o.katrich@kernel.ua

УДК: 004.89

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.41579

ПОСТРОЕНИЕ НАБОРА ЭТАЛОНОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

© Н. Б. Копытчук, П. М. Тишин, И. Н. Копытчук, И. Г. Милейко

Целью данной работы является разработка аппарата построения представительного множества эталонов для повышения точности обнаружения аномальных наборов данных. Для этого, в работе вводится этап построения набора эталонов тензометрических сигналов, которые позволяют по сформированным временным рядам (ВР) осуществлять диагностики процессов, происходящих в процессе взвешивания

Ключевые слова: временные ряды, нечеткая логика, база знаний, классификация аномалий, тензометрия

The aim of this work is to develop an apparatus for constructing representative set of standards to improve the accuracy of detection of abnormal data sets. For this purpose in this paper we introduce the stage of constructing of set of standards of the strain-measuring signals which allow to carry out the diagnosis of time series (TS) formed the diagnosing of processes occurring in the weighing process

Keywords: time series, fuzzy logic, knowledge base, classification of anomalies, tensometry

1. Введение

Решению научно – практической задачи построения информационной модели оценки массы объекта при ограниченном времени взвешивания. посвящены работы [1–3]. Данные задачи возникают в случае, когда необходимо определить массу движущихся с повышенной скоростью объектов. Как показали наблюдения, в некоторых случаях стохастический высокочастотный шум, образованный динамическими явлениями, происходящими в процессе взвешивания, может значительно отклонять наблюдаемые значения кривой от реального сигнала

2. Постановка проблемы

В работе [4] было предложено добавить этап экспертной оценки получаемых временных рядов (ВР) с целью диагностики процессов, происходящих в процессе взвешивания. Экспертная оценка строилась с применением метода контроля, основанного на обнаружении аномалий. Однако точность построенных экспертных оценок является недостаточной, поэтому требуется разработка дополнительных методов для повышения точности экспертных оценок.

3. Литературный обзор

Экспертную оценку целесообразно строить, применяя методы контроля, основанные на поиске аномалий. Для решения указанной задачи применяется аппарат теории нечетких множеств и нечетких баз знаний. Данный аппарат применялся в задачах оценки нечетких ситуаций и состояний предметной области в работах [4, 5]. Применяемые методы, как представляется, должны включать сопоставление ВР, отражающих реализованную динамику процесса, с ожидаемой, требуемой динамикой.

Задача поиска и обнаружения аномалий в процессах является актуальной в широком диапазоне сфер применения: экология, электронная коммерция, анализ технологических процессов, надежность технических и информационных систем, веб-аналитика, выявление знаний и интеллектуальный анализ данных [6, 7].

При решении данной задачи с целью диагностики процессов, интерпретированных временными рядами (ВР) [8], целесообразно применять методы, основанные на поиске аномалий в поведении ВР. Так как ВР обычно отображаются графиками, то процесс обнаружения аномалий обычно заключается в наблюдательной деятельности эксперта по обнаружению типичных или нетипичных ситуаций.

4. Построение оценок параметров классификации аномалий

Для решения указанной задачи применяется аппарат теории нечетких множеств и нечетких баз знаний. Данный аппарат применялся в задачах оцен-

ки нечетких ситуаций и состояний предметной области в работах [4,5].

Если имеется набор эталонов, то можно построить новый ВР, выражающий отклонения выделенного набора наблюдаемых тензометрических сигналов от одного из выбранных эталонов. Решение задачи поиска аномалий основано на предположении, что аномальным является поведение ВР, выраженное в терминах редко встречающихся, или недопустимых значений. В связи с этим поиск аномалий – задача, которую можно решать на различных уровнях представления исходного тензометрического сигнала в зависимости от поставленных целей. Обнаружение аномалий сводится к задачам сегментирования, кластеризации и классификации ВР в базе некоторого лингвистического описания с последующим выполнением частотного анализа. Рассматриваемая задача формулируется следующим образом.

Пусть задано:

1. Ω множество стандартных представлений D_{sj} сигналов определяемых соотношениями (1)–(4), причем каждое стандартное представление может рассматриваться как вектор в r -мерном евклидовом пространстве E^p .

2. Метрика $\rho(x, y)$, которая в частном случае может быть евклидовой метрикой в E^p , характеризующая близость некоторого стандартного представления сигнала $x \in E^p$ к эталону $y \in E^p$.

3. ε – некоторое заданное число.

Требуется построить эталонный набор стандартных представлений сигналов (обозначаемый $E(\Omega, \rho, \varepsilon)$), который будет с достаточной точностью описывать множество сигналов Ω .

Используя введенную метрику $\rho(x, y)$, нужное требование можно записать в следующем виде:

– для любого сигнала $x \in \Omega$ существует такой эталонный сигнал $y_i \in E(\Omega, \rho, \varepsilon)$, представляющий собой вектор в пространстве E^p , что

$$l = \min_{k \in K} \{\rho(x, y_k)\}, \quad (1)$$

$$\rho(x, y_i) < \varepsilon,$$

где ε – число заданное в условии 3, а $K = \{1, 2, \dots, L\}$, где L – количество элементов множества $E(\Omega, \rho, \varepsilon)$.

Для решения данной задачи будем использовать алгоритм нечеткой кластеризации предложенный Джеймс Бэздэк (James Bezdek) в 1981 году. При этом задача нечеткой кластеризации ставится следующим образом. Предположим, что задано множество векторов $\{X_i\}_{i=1}^n$ в r -мерном пространстве евклидовом пространстве E^p (где через n обозначено количество векторов) и задано количество кластеров L которые

требуется определить. Необходимо, для всех элементов множества $\{X_i\}_{i=1}^n$ определить степень принадлежности этого элемента к каждому из L кластеров.

Элементы одного кластера должны быть так близки каждый каждому, как это только возможно, и, одновременно, кластеры должны быть на наибольшем удалении друг от друга. В качестве меры близости векторов может использоваться метрика ρ . При этом L должно выбираться таким образом чтобы выполнялось условие (1). Любое нечеткое разбиение множества $\{X_i\}_{i=1}^n$ на нечеткие подмножества $\{XF_l\}_{l=1}^L$ может быть полностью описано матрицей степеней принадлежности $M = \{\mu_{li}\}_{l=1, i=1}^{L, n}$, причем каждый элемент μ_{li} является степенью принадлежности объекта X_i к множеству XF_l . Таким образом, при использовании метрика ρ задача нечеткой кластеризации состоит в нахождении такой матрицы степеней принадлежности $M = \{\mu_{li}\}_{l=1, i=1}^{L, n}$ и таких координат центров кластеров $\{XF_l\}_{l=1}^L$, которые обеспечивают минимум следующего критерия:

$$\sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^n (\mu_{li})^m \|X_i - XF_l\|^2 \rightarrow \min,$$

где $XF_l = [\sum_{i=1}^n (\mu_{li})^m]^{-1} \sum_{i=1}^n (\mu_{li})^m X_i$, $l = 1, \dots, L$, $\|\cdot\|$ – евклидова норма а m – так называемый экспоненциальный вес ($m \geq 1$).

В общем случае, некоторый нечеткий параметр v представляет собой нечеткое множество, носителем которого является четкая переменная v^{ch} принимающая значения на интервале (v_{\min}, v_{\max}) . Параметр v определяется набором лингвистических термов:

$$V = \{V_1, V_2, \dots, V_{N_v}\}, \quad (2)$$

где V_i i -ый лингвистический терм нечеткий параметр v , $i = 1, \dots, N_v$, а N_v – количество термов введенных при описании нечеткого параметра v .

Функции принадлежности переменной v^{ch} введенным лингвистическим термам V_i строятся, как функции трапецеидального вида. При этом функции принадлежности принимает следующий вид:

$$f_{V_i}(a_{V_i}, b_{V_i}, c_{V_i}, d_{V_i}, v^{ch}) = \begin{cases} 0, v^{ch} \leq a_{V_i}, \\ \frac{v^{ch} - a_{V_i}}{b_{V_i} - a_{V_i}}, a_{V_i} \leq v^{ch} \leq b_{V_i}, \\ 1, b_{V_i} \leq v^{ch} \leq d_{V_i}, \\ \frac{d_{V_i} - v^{ch}}{d_{V_i} - c_{V_i}}, c_{V_i} \leq v^{ch} \leq d_{V_i}, \\ 0, v^{ch} \geq d_{V_i}, \end{cases} \quad (3)$$

где $a_{V_i}, b_{V_i}, c_{V_i}, d_{V_i}$ значения параметров функции принадлежности для соответствующего лингвистического термина V_i .

Нечеткий параметр v_U , это лингвистическая переменная описания скорости подъема параметра ВР, до достижения максимума параметра ВР представляющая собой нечеткое множество носителем которого является переменная v_A^{ch} , которая определяется из соотношений. Множество лингвистических термов V^U определяющих параметр v_U задается соотношением (2), в котором $N_v = 4$, а четвертка лингвистических термов имеет следующий вид:

$V_1^U = \text{ННС}$, если скорость параметра ВР сигнала намного ниже стандартной; $V_2^U = \text{НС}$, если скорость подъема параметра ВР ниже стандартной; $V_3^U = \text{С}$, если скорость подъема параметра ВР стандартная; $V_4^U = \text{ВС}$, если скорость подъема параметра ВР выше стандартной.

Функции принадлежности переменной v_U^{ch} соответствующим лингвистическим термам V_i^U , определяются соотношениями (3), в которых значения параметров $a_{V_i^U}, b_{V_i^U}, c_{V_i^U}, d_{V_i^U}$ для соответствующего лингвистического термина.

Нечеткий параметр v_D , это лингвистическая переменная описания скорость падения параметра ВР, после достижения максимума параметра ВР представляющая собой нечеткое множество носителем которого является переменная v_D^{ch} , которая определяется из соотношений $x_j = D_{S(m), 10+j}$, $j = 1, 2, 3$. Множество лингвистических термов V^D определяющих параметр v_D задается соотношением (2), в котором $N_v = 4$, а четвертка лингвистических термов имеет следующий вид:

$V_1^U = \text{НС}$, если скорость падения параметра ВР ниже стандартной; $V_2^U = \text{С}$, если скорость падения параметра ВР стандартная; $V_3^U = \text{ВС}$, если скорость падения параметра ВР выше стандартной; $V_4^U = \text{НВС}$, если скорость падения параметра ВР намного выше стандартной.

Функции принадлежности переменной v_U^{ch} соответствующим лингвистическим термам V_i^U , определяются соотношениями (3), в которых значения параметров $a_{V_i^U}, b_{V_i^U}, c_{V_i^U}, d_{V_i^U}$ для соответствующего лингвистического термина.

Нечеткий параметр длительность сигнала $v_T[S(m)]$, это лингвистическая переменная представляющая из себя нечеткое множество носителем которого является переменная $v_T^{ch}[S(m)]$ определяемая формулами

$$v_T^{ch}[S(m)] = \left[\max_{1 \leq i \leq N(m)} \{t_i(m)\} - \min_{1 \leq i \leq N(m)} \{t_i(m)\} \right] / 10000,$$

$v_T^{ch}[S(m)] \in U_T$. Множество лингвистических термов V^T определяющих параметр $v_T[S(m)]$ задается соотношением (2), в котором $N_v = 4$. Лингвистические термы составляющие множество V^T имеет следующий вид: $V_1^T = \text{МНС}$, если длительность сигнала много ниже средней; $V_2^T = \text{НС}$, если длительность сигнала ниже средней; $V_3^T = \text{С}$, если длительность сигнала средней; $V_4^T = \text{ВС}$, если длительность сигнала выше средней.

Функции принадлежности переменной $v_T^{ch}[S(m)]$ соответствующим лингвистическим термам V_i^T , определяются соотношениями (3), в которых значения параметров $a_{v_i^T}, b_{v_i^T}, c_{v_i^T}, d_{v_i^T}$ для соответствующего лингвистического терма определяются из следующей таблицы. Рассмотрим множество сигналов $S(m)$ представимых формулой $S = \{S_i, t_i\}_{i=1}^n$, где $m = 1, \dots, M$ и M количество рассматриваемых сигналов. Каждому из сигналов данного множества можно поставить в соответствие стандартное представление $D_{S(m)}$ сигнала определяемого соотношениями $D_{S,i} = L(x_i, S_n, T_n), i = 1, \dots, 25$. и четкий параметр $v_N[S(m)]$ - номер эталона стандартного представления сигнала $D_{S(m)}$. Из ранее изложенного следует, что любой сигнал $S(m)$ можно описать набором параметров $\{v_U[S(m)], v_D[S(m)], v_T[S(m)]\}$ которые определяются в соответствии с определениями приведенными раньше. Обозначая через $i_1(m), i_2(m)$ и $i_3(m)$ номера термов представляющих лингвистические переменные $v_U[S(m)], v_D[S(m)]$ и $v_T[S(m)]$. Тогда можно поставить в соответствие каждому из сигналов $S(m)$ (и соответственно его стандартному представлению $D_{S(m)}$) набор целочисленных значений

$$\{i_1(m), i_2(m), i_3(m)\}, m = 1, \dots, M. \quad (4)$$

Таким образом, в дальнейшем будем считать, что набор (4) определяет некоторое множество которому принадлежит заданное стандартное представление $D_{S(m)}$. Через $\Omega(i_1, i_2, i_3)$ будем обозначать множество стандартных представлений сигналов, для которых выполняются условия $i_1(m) = i_1, i_2(m) = i_2, i_3(m) = i_3$, а через $N(i_1, i_2, i_3)$ - количество сигналов принадлежащих $\Omega(i_1, i_2, i_3)$.

Для каждого множества сигналов $\Omega(i_1, i_2, i_3)$ можно провести дальнейшую обработку в соответствии с алгоритмом. Для этого выберем метрику ρ равной евклидовой метрике в пространстве E^p и определим число $\varepsilon(i_1, i_2, i_3)$. Таким образом, можно построить множество эталонных векторов $E(\Omega(i_1, i_2, i_3), \rho, \varepsilon(i_1, i_2, i_3))$, которое будем сокращенно обозначать через $\Omega E(i_1, i_2, i_3)$. Множество $\Omega E(i_1, i_2, i_3)$ будет с достаточной точностью описы-

вать множество сигналов $\Omega(i_1, i_2, i_3)$. При этом введенная метрика ρ , позволяет определить для любого стандартного представления сигнала $D_{S(m)} \in \Omega(i_1, i_2, i_3)$ соответствующий ему эталон $v_N[S(m)] \in \Omega E(i_1, i_2, i_3)$, такой что $v_N[S(m)] = \min_{1 \leq k \leq L(i_1, i_2, i_3)} \{\rho(D_{S(m)}, SE(k))\}$, где $L(i_1, i_2, i_3)$ - количество эталонов в $\Omega E(i_1, i_2, i_3)$, $SE(k)$ k -ый набор множества $\Omega E(i_1, i_2, i_3)$. При этом выполняется условие $\rho(D_{S(m)}, SE(v_N[S(m)])) < \varepsilon(i_1, i_2, i_3)$.

Нечеткий параметр $v_O[S(m)]$ - лингвистическая переменная описывающая отклонение сигнала $S(m)$ от эталона. Три лингвистических термина V^O определяющих параметр $v_O[S(m)]$ задается на носителе $[0, \max_{1 \leq m \leq M} \rho(D_{S(m)}, SE(v_N[S(m)]))]$.

Лингвистические термы составляющие множество V^O имеет следующий вид: $V_1^O = \text{М}$, если отклонение сигнала $S(m)$ от эталона малое; $V_2^O = \text{Б}$, если отклонение сигнала $S(m)$ от эталона большое; $V_3^O = \text{С}$, если отклонение сигнала $S(m)$ от эталона.

Функция принадлежности $f_{v_i^O} = f_{v_i^O}(\varepsilon_1, d_1, x)$, в которой $x = \rho(D_{S(m)}, SE(v_N[S(m)]))$ принимает следующий вид:

$$f_{v_i^O}(\varepsilon_1, d_1, x) = \begin{cases} 1, 0 \leq x \leq \varepsilon_1, \\ \frac{\varepsilon_1 + d_1 - x}{d_1}, \varepsilon_1 \leq x \leq \varepsilon_1 + d_1, \\ 0, x \geq \varepsilon_1 + d_1, \end{cases} \quad (5)$$

где ε_1, d_1 , - некоторые заданные числа. Функция принадлежности $f_{v_2^O} = \neg f_{v_2^O}(\varepsilon_2, d_2, x)$, где $f_{v_2^O}(\varepsilon_2, d_2, x)$ также определяется формулой (5).

Таким образом для каждого сигнала $S(m)$ представимого формулой $S = \{S_i, t_i\}_{i=1}^n$ стандартное представление которого $D_{S(m)} \in \Omega(i_1, i_2, i_3)$ определяется один из трех лингвистических термов отклонения сигнала от эталона $V_i^O[S(m)]$. Это в свою очередь задает разбиение множества рассматриваемых сигналов на три множества $\Omega = \Omega P_1 \cup \Omega P_2 \cup \Omega P_3$, где ΩP_1 множество сигналов $S(m)$, стандартное представление которых $D_{S(m)}$ мало отличается от соответствующих им эталонов. ΩP_3 множество сигналов $S(m)$, стандартное представление которых $D_{S(m)}$ сильно отличается от соответствующих им эталонов. и наконец $\Omega P_2 = \Omega / (\Omega P_1 \cup \Omega P_3)$. Количество эталонов в каждом классе и количество классов подбирается таким образом что бы с одной стороны сигналы не имеющие отклонения идентифицировались как сигнал принадлежащий множеству ΩP_1 , а сигналы имеющие отклонения принадлежали к множеству ΩP_3 .

Данный этап предполагает участие эксперта для подборок соответствующих множеств.

5. Выводы

Разработанная процедура позволяет оценивать полученные с тензометрических датчиков сигналы. Причем благодаря тому что при построении эталонного множества сигналов использовалась большая база данных полученных ранее сигналов, а при построении термов лингвистических переменных описывающих сигналы использовались экспертные оценки удалось достичь приемлемой точности при оценке нечетких аномальных ситуаций встречающихся в реальной динамической системе тензометрии.

Литература

1. Батыршин, И. З. Нечеткие гибридные системы. Теория и практика [Текст] / И. З. Батыршин, А. О. Недосекин, А. А. Стецко и др. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 208 с.
2. Копытчук, И. Н. Построение аппроксимирующей нечеткой зависимости для определения параметров классификации аномалий тензометрических сигналов [Текст] / И. Н. Копытчук, Н. Б. Копытчук, П. М. Тишин, И. Г. Милейко. – Тр. Одесского политехн. ун-та. Одесса, 2014. – С. 68–69.
3. Копытчук, Н. Б. Использование метода наименьших квадратов для оценки параметров сигнала с периодической помехой при ограниченном времени наблюдения [Текст] / Н. Б. Копытчук, Е. В. Шендрик // Тр. Одесского политехн. ун-та. Одесса. – 1999. – Вып. 3 (9). – С. 167–169.
4. Копытчук, Н. Б. Повышение точности метода наименьших квадратов посредством введения весовой функции [Текст] / Н. Б. Копытчук, Е. В. Шендрик // Тр. Одес. политехи, унта. – 2001. – Вып. 2 (14). – С. 110–112.
5. Копытчук, Н. Б. Исследование эффективности алгоритма метода наименьших квадратов с предварительным преобразованием исследуемых данных [Текст] / Н. Б. Копытчук, Е. В. Шендрик // Праці УНДІРТ. – 2001. – № 3 (27). – С. 72–74.
6. Копытчук, Н. Б. Решение оптимизационных задач для систем массового обслуживания с отказами в условиях неопределенности [Текст] / Н. Б. Копытчук, П. М. Тишин, К. В. Ботнар // Проблеми програмування. – 2011. – № 4. – С. 108–117.
7. Копытчук, Н. Б. Анализ вычислительных сетей с помощью многоуровневой онтологии оценки рисков с применением методологии CORAS [Текст] / Н. Б. Копыт-

чук, П. М. Тишин, М. В. Цюрупа // Электротехнические и компьютерные системы. – 2013. – № 10 (86). – С. 120–126.

8. Штовба, С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB [Текст] / С. Д. Штовба. – Телеком, 2007. – 288 с.

9. Афанасьева, Т. В. Нечеткое моделирование временных рядов и анализ нечетких тенденций [Текст] / Т. В. Афанасьева, Н. Г. Ярушкіна. – Ульяновск: УлГТУ, 2009. – 299 с.

10. Chandola, V. Anomaly Detection: A Survey [Text] / V. Chandola. – The University Of Minnesota, 2009. – 72 p. – Available at: <http://cucis.ece.northwestern.edu/projects/DMS/publications/AnomalyDetection.pdf> (Last accessed: 19.04.2014).

References

1. Batyrshin, I., Nedosekin, A., Stetsko, A. et. al. (2007). Fuzzy hybrid systems. Theory and practice. Moscow: FIZMATLIT, 208.
2. Kopytchuk, I., Kopytchuk, M., Silence, P., Mileiko, I. (2014). Building approximating fuzzy relations for determining the parameters of classification anomalies strain signals. Proc. Odessa. Polytechnic Univ. Odessa, 68–69.
3. Kopytchuk, M., Shendrik, E. (1999). Using the least squares method to estimate the parameters of the signal with a periodic nuisance with limited observation time. Proc. Odessa. Polytechnic Univ. Odessa, 3 (9), 167–169.
4. Kopytchuk, M., Shendrik, E. (2001). Increasing the accuracy of the least squares method by introducing a weighting function. Proc. Odes. Politekh Unt., 2 (14), 110–112.
5. Kopytchuk, M., Shendrik, E. (2001). Study of the effectiveness of the algorithm method of least squares with a preliminary study of data transformation. Pratsi UNDIRT. Odes, 3 (27), 72–74.
6. Kopytchuk, M., Tishyn, P., Botnari, K. (2011). Solving optimization problems for queuing systems with failures in the face of uncertainty. "The problem programuvannya". Singapore: Institut software systems NAS of Ukraine, 4, 108–117.
7. Kopytchuk, M., Tishyn, P., Tsyurupa, M. (2013). Analysis of computer networks using a multi-level ontology of risk assessment using the methodology CORAS. "Electrical and Computer Systems", 10 (86), 120–126.
8. Shtovba, S. (2007). Design of fuzzy systems by means of MATLAB. Telecom, 288.
9. Afanasyev, T., Yarushkina, N. (2009). Fuzzy modeling of time series analysis and fuzzy trends. Ulyanovsk: UISTU, 299.
10. Chandola, V. (2009). Anomaly Detection: A Survey. The University Of Minnesota, 72. Available at: <http://cucis.ece.northwestern.edu/projects/DMS/publications/AnomalyDetection.pdf> (Last accessed: 04.19.2014).

Дата надходження рукопису 23.03.2015

Копытчук Николай Борисович, доктор технических наук, профессор, кафедра компьютерных интеллектуальных систем и сетей, Одесский национальный политехнический университет, пр. Шевченко, 1а, г. Одесса, Украина, 65044

E-mail: knb47@mail.ru

Тишин Петр Метталинович, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра компьютерных интеллектуальных систем и сетей, Одесский национальный политехнический университет, пр. Шевченко, 1а, г. Одесса, Украина, 65044

E-mail: tik88@mail.ru

Копытчук Игорь Николаевич, старший преподаватель, кафедра компьютерных интеллектуальных систем и сетей, Одесский национальный политехнический университет, пр. Шевченко, 1а, г. Одесса, Украина, 65044

E-mail: igor.kopytchuk@gmail.com

Милейко Игорь Генрикович, кандидат технических наук, доцент, кафедра компьютерных интеллектуальных систем и сетей, Одесский национальный политехнический университет, пр. Шевченко, 1а, г. Одесса, Украина, 65044

E-mail: mig3@ukr.net