

УДК 681.518.5 : 621.3 : 519.816

РЕГУЛЯРИЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІВС З ВРАХУВАННЯМ НЕЧІТКОСТІ ІНФОРМАЦІЇ

О. В. Грабовський, С. Л. Волков, О. О. Скопа

РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИИС С УЧЕТОМ НЕЧЕТКОСТИ ИНФОРМАЦИИ

О. В. Грабовский, С. Л. Волков, А. А. Скопа

REGULARIZATION OBTAIN QUALITY INDICATORS IM-SYSTEMS IN THE PRESENCE OF FUZZY INFORMATION

О. Grabovs'kyu, S. Volkov, O. Skopa

Приводиться трактування оцінки значення показника якості функціонування інформаційно-вимірjuвальної системи та приналежності його до того або іншого діапазону в термінах теорії нечітких множин, яке забезпечує можливість математичної установки якісних оцінок, що виражаються у формі лінгвістичних оцінок та нечітких чисел.

Ключові слова: показник якості; інформаційно-вимірjuвальна система; шкала якості; нечітка множина.

Приводится трактовка оценки значения показателя качества функционирования информационно-измерительной системы и принадлежности его к тому или иному диапазону в терминах теории нечетких множеств, которое обеспечивает возможность математической установки качественных оценок, выражаемых в форме лингвистических оценок и нечетких чисел.

Ключевые слова: показатель качества, информационно-измерительная система; шкала качества; нечеткое множество.

1. Вступ

Визначення значень показників якості (ПЯ) функціонування інформаційно-вимірjuвальних систем (ІВС), тобто проведення кількісної оцінки, як правило, проводиться після остаточного вибору номенклатури та побудови дерева (графу) властивостей. При цьому оцінка залежатиме від поточного етапу життєвого циклу ІВС, стадії або етапу та виду функціональної складової, а саме дерево будуватиметься на основі деякої наочної структури відповідного функціонального рівня узагальненого показника якості (УПЯ), який, для прикладу, представлений нами на рис. 1 у вигляді багатовимірною об'єкту. Саме дерево в узагальненому вигляді приведене на рис. 2, де номенклатурні показники відображені, як прості показники якості (ППЯ), що задаються у технічному завданні (ТЗ).

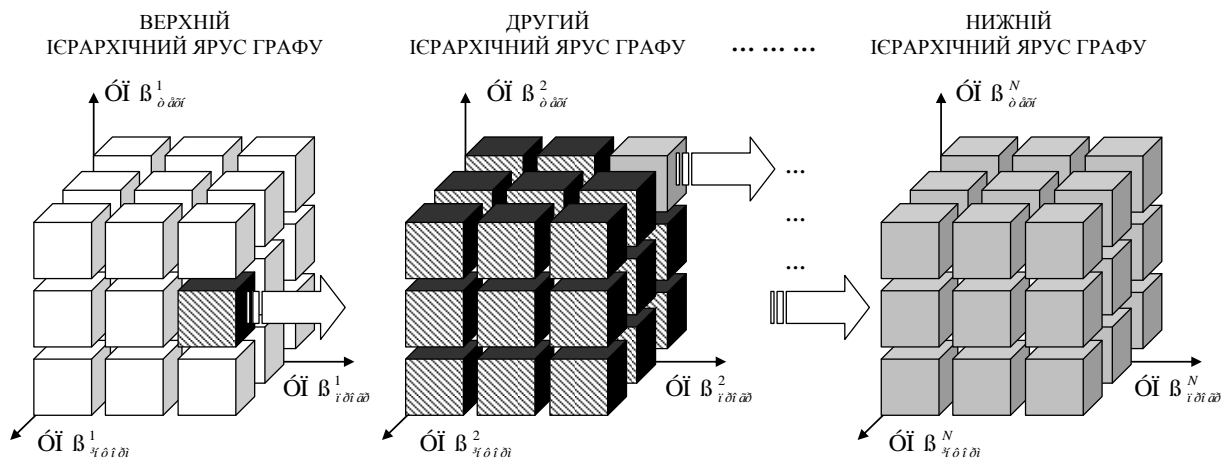


Рис. 1 – Структура функціонального рівня УПЯ у вигляді багатовимірного об'єкту, де N – розмірність множини ПЯ; $УПЯ^N_{інформ}$ – УПЯ інформаційної складової; $УПЯ^N_{прогр}$ – УПЯ програмної складової; $УПЯ^N_{техн}$ – УПЯ технічної складової

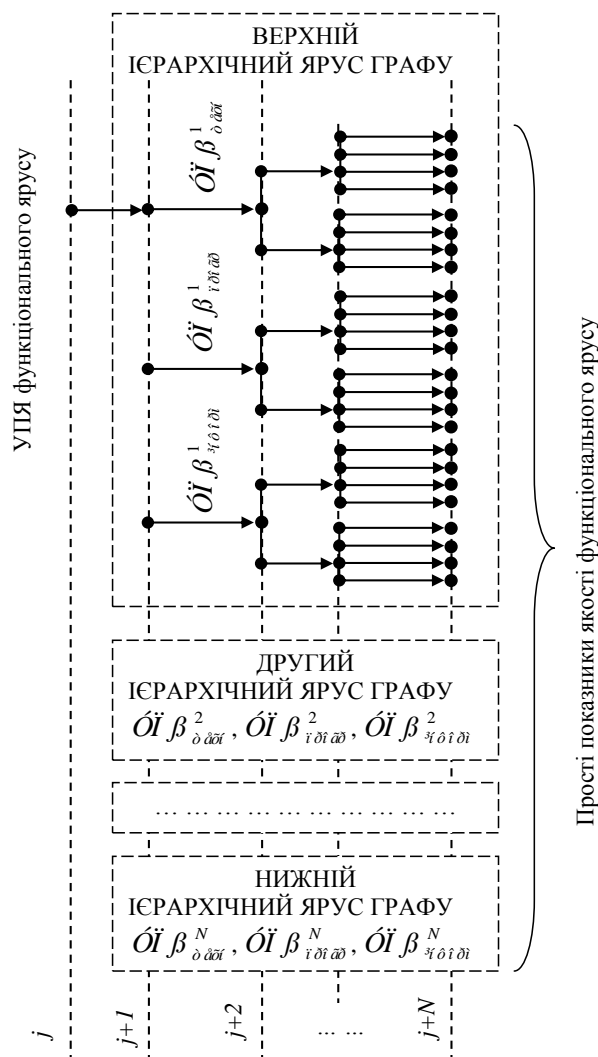


Рис. 2 – Узагальнене дерево властивостей функціональної корисності ІВС у вигляді пласкої фігури, де j – коефіцієнт складності формування УПЯ

Щодо висвітлення процесу регуляризації визначення показників якості функціонування ІВС з врахуванням нечіткості інформації, то найбільш інформативним з точки зору загальної методики є етап проектування. У загальному вигляді проектування ІВС включає такі стадії, як технічне завдання (ТЗ), технічну пропозицію (ТП/П), а також проекти – ескізний (ЕП/Е), технічний (ТП/Т) та робочий (РП/РД) [1]. Їх завдання також приведені у [1] та інших достатньо поширених літературних джерелах. Незалежно від джерела отримання значень показників якості, використовуються методи їх оцінки, які приведені у [2]. Процес оцінювання полягає у визначенні місця розташування кожного з ППЯ на обраній для нього шкалі. Шкала, як правило, синтезується для кожного конкретного випадку у відповідності до тієї мети, яка визначена у ТЗ.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Стандарти та літературні джерела (наприклад, [2-8]) по різному визначають кількість необхідних, навіть для одних і тих же показників, діапазонів оцінювання (рис. 3).

↓ Бали | Якість →

7	Задовільно	Добре	Відмінно	Надзвичайно висока
6			Добре	Висока
5		Задовільно	Цілком задовільно	Вище середньої
4	Задовільно		Середня	
3	Незадовільно	Погано	Задовільно	Нижче середньої
2			Погано	Погана
1				Дуже погана

Рис. 3 – Діапазони оцінювання якості за різними джерелами

Основні рекомендації з [2-7] щодо діапазонів оцінювання зводяться до того, що їх кількість та розмір необхідно встановлювати окремо для кожного конкретного випадку оцінювання. При цьому чітка межа між вимогами щодо ПЯ, та й між самими показниками, відсутня. Це дозволяє використовувати методи оцінки, які можуть бути синтезовані з врахуванням положень теорії нечітких множин. Т.ч., виходячи зі сказаного, постановкою проблеми є трактування оцінки значення ПЯ функціонування ІВС та приналежності його до того або іншого діапазону в термінах теорії нечітких множин, що забезпечить можливість математичної установки якісних оцінок, виражених у формі лінгвістичних оцінок та нечітких чисел.

3. Мета та задачі дослідження

Як було показано вище, процес оцінювання полягає у визначенні місця розташування кожного з ППЯ на обраній для нього шкалі. Отримане кількісне значення не несе інформації про якість показника. Для цієї мети шкали необ-

хідно провести ранжування, тобто розділення на діапазони, які відповідають різним ступеням задоволення заданих у ТЗ вимог до якості. При цьому ранжування повинно проводитися окремо для кожного ППЯ та кожного комплексного показника якості (КПЯ). Висвітлення зазначених питань є метою та задачею дослідження.

4. Результати дослідження

Кількісна оцінка будь-якого i -го показника якості z_i є випадковою величиною $z_i = z_{iucm} + \sigma_{iucm} + \sigma_i$, де z_{iucm} – дійсне значення i -го показника; σ_{iucm} – невиключна систематична погрішність, пов'язана з недоліками моделі оцінювання (різні неточності, внесені при встановленні вимог до якості, або при виборі метрик, або при визначенні рівнів ранжирування і т.д.), σ_i – помилка при проведенні процедури оцінювання, внесена специфічними якостями експерта та/або особливими властивостями i -го показника.

Необхідні означення понять та пояснення до трактування оцінки значення показника якості та приналежності його до того або іншого діапазону, з врахуванням термінів теорії нечітких множин, а також доцільність використання такого математичного апарату, наведені у [8].

Структуру лінгвістичної змінної можна описати набором (N, T, X, G, M) , де N – назва змінної; T – терм-множина змінної; X – предметна область з елементами $x \in X$; G – синтаксичне правило, яке може бути задане у формі безконтекстної граматики, яка породжує терм-множини; M – семантична процедура, що дозволяє сформувати нечітку множину, яка відповідає кожному новому значенню лінгвістичної змінної, утвореному процедурою G .

Структура нечіткої змінної можна описати набором $(N, X, \mu_N(x))$, де N – назва змінної, X – предметна область з елементами $x \in X$, $\mu_N(x)$ – функція приналежності нечіткої множини предметної області X , що представляє собою нечітке обмеження на значення змінної x , обумовлене N . Значеннями лінгвістичних змінних є нечіткі змінні у вигляді нечіткого числа [9-11].

Т.ч., як слідує зі сказаного, будь-який ППЯ можна представити у вигляді нечіткої некорельованої множини, що є або нечіткою, або лінгвістичною змінною. Відповідно, будь-яку нечітку множину можна описати у вигляді функції приналежності, яка, згідно до [12], повинна відповідати наступним вимогам:

- функція повинна бути безперервною, гладкою та монотонною;
- вид функції повинен відповідати реальним розв'язкам по оцінці показника;
- чутливість функції в областях, близьких до 0 та 1, повинна бути суттєво нижчою, ніж у середній зоні. При цьому чутливістю функції приналежності є відношення приросту по шкалі оцінювання до викликаючого приросту по лінгвістичній шкалі.

У практичних додатках теорії нечітких множин використовується велика кількість різних типів функцій приналежності. Однак найбільшу популярність отримала функція приналежності (бажаності) Харінгтона, виведена емпіричним шляхом у [13, 14].

Система оцінювання, розроблена Харінгтоном, у літературі названа *безрозмірною шкалою бажаності*. Значення шкали мають інтервал від 0 до 1 та позначаються через d . Вони мають п'ять піддіапазонів якості, які приведені на рис. 4.

Піддіапазон 1	Піддіапазон 2	Піддіапазон 3	Піддіапазон 4	Піддіапазон 5
дуже погано	погано	задовільно	добре	дуже добре
0	0,2	0,37	0,63	0,8
				1

Рис. 4 – Безрозмірна шкала бажаності за Харінгтоном

Т.ч., $d=0$ відповідає абсолютно неприйнятному, а $d=1$ – найкращому значенню ППЯ.

Функція приналежності Харінгтона має вигляд:

а) для одностороннього обмеження гранично припустимим значенням є $d = e^{-e^{-z_i}}$, якщо кращим виявляє максимальне значення ППЯ, та $d = e^{-e^{z_i}}$, якщо кращим виявляє мінімальне значення ППЯ;

б) для двостороннього обмеження гранично припустимими значенням є $d = e^{-|z_i'|^n}$, де z_i' – кодоване значення ППЯ при i -й оцінці; n – показник ступеня. Значення z' визначається з використанням таких аналітичних виразів:

– при односторонніх обмеженнях – за допомогою залежностей:

$$z_i' = \frac{(z_{\max} - z_i)}{z_{\max}}, \quad (1)$$

$$z_i' = \frac{(z_{\min} - z_i)}{z_{\min}}, \quad (2)$$

де: z_{\max} , z_{\min} – верхня та нижня границі при обмеженні значень ППЯ; z_i – чисельне значення ППЯ при i -й оцінці.

–при двосторонніх обмеженнях – за допомогою залежностей:

$$z_i' = \frac{(2z_i - (z_{\max} + z_{\min}))}{z_{\max} - z_{\min}}. \quad (3)$$

Показник ступеня може бути розрахований, як $n = \frac{\ln\left(\ln\frac{1}{d}\right)}{\ln|z'|}$, де для обра-

ної контрольної точки z' експертом присвоюється параметр d з інтервалу $[0,6...0,9]$.

Графіки функцій Харрінгтона, розраховані згідно до приведених виразів, представлені на рис. 5.

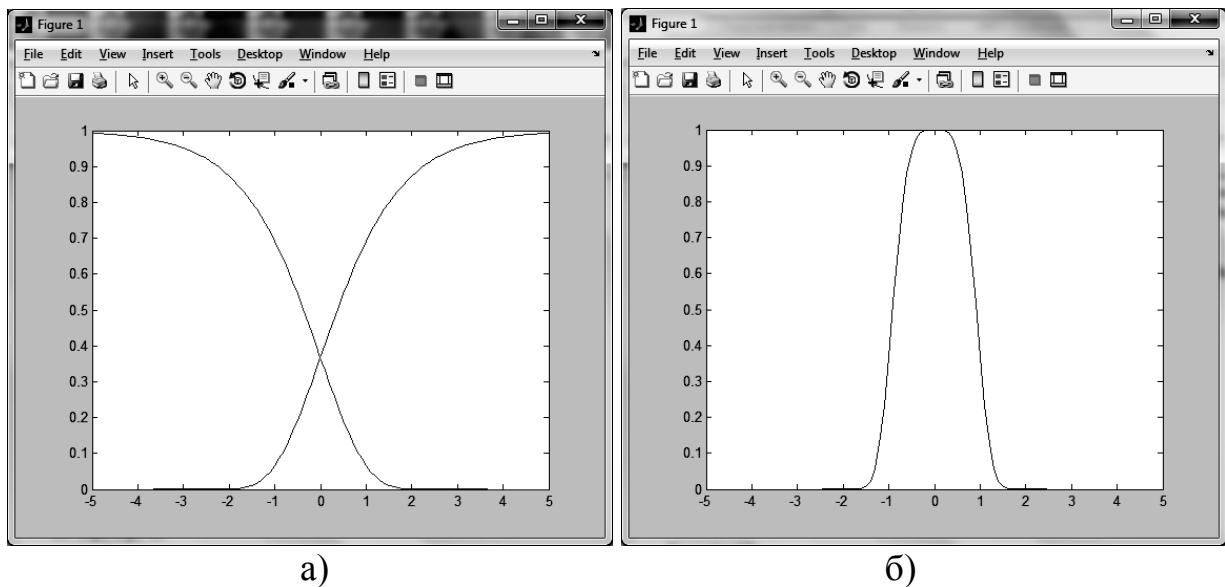


Рис. 25 – Приклади графіків функцій Харінгтона,
де: а – для односторонніх обмежень, б – для двосторонніх обмежень

У випадку завдання значення ППЯ чіткими обмежувачими межами або у вигляді чіткого числа, маємо усередині меж $d = 1$, а поза межами – $d = 0$. Якщо задана нижня границя, то:

$$d = \begin{cases} 1, & \text{якщо } z_i \geq z_{\min} \quad (z' \geq z'_{\min}); \\ 0, & \text{якщо } z_i < z_{\min} \quad (z' < z'_{\min}). \end{cases}$$

Якщо задана верхня границя, то:

$$d = \begin{cases} 1, & \text{якщо } z_i \leq z_{\max} \quad (z' \leq z'_{\max}); \\ 0, & \text{якщо } z_i > z_{\max} \quad (z' > z'_{\max}). \end{cases}$$

Для випадку двосторонніх обмежень:

$$d = \begin{cases} 1, & \text{якщо } z_{\min} \leq z_i \leq z_{\max} \quad (z'_{\min} \leq z' \leq z'_{\max}); \\ 0, & \text{якщо } z_i < z_{\min} \text{ та } z_i > z_{\max} \quad (z' < z'_{\min} \text{ та } z' > z'_{\max}). \end{cases}$$

Якщо задане чітке число, то:

$$d = \begin{cases} 1, & \text{якщо } z_i = z \quad (z' = z'); \\ 0, & \text{у всіх інших випадках,} \end{cases}$$

де z'_{\min} та z'_{\max} – нижня та верхня кодовані межі по обмеженню значення ППЯ, відповідно.

Як впливає з опису, функція Харінгтона визначає дві шкали. Одна – це шкала d оцінки якості (шкала «бажаності»), друга – лінгвістична шкала L_z ($z'_i \in L_z$) кодованих кількісних значень ППЯ z_i ($z_i \in Z$, де Z – нечітка множина значень ППЯ). Тоді лінгвістичну шкалу кодованих значень можемо представити, як $L_z = [L_{z_{\min}}, \dots, L_{z_0}, \dots, L_{z_{\max}}; L_{z_{\min}} < L_{z_{\max}}; L_{z_{\min}} < 0]$, де $L_{z_{\min}}$ та $L_{z_{\max}}$ – мінімальне та максимальне значення шкали, відповідно.

5. Висновки

Трактування оцінки значення ПЯ функціонування ІВС та приналежності його до того або іншого діапазону з врахуванням положень теорії нечітких множин, полягає в тому, що положення значення показника на шкалі L_z розраховується по формулах (1)-(3). При цьому шкала L_z не оцінює якість простого показника, а тільки приводить його значення до безрозмірного виду, що забезпечує можливість математичної установки якісних оцінок, які можуть бути представлені у формі лінгвістичних оцінок та нечітких чисел.

Література

1. Государственный стандарт Союза ССР. Единая система программной документации. ГОСТ 19.102-77 : Стадии разработки [Электронный ресурс] / Портал : RuGOST. – Режим доступа \www/ URL: http://www.rugost.com/index.php?option=com_content&view=article&id=49:19102-77&catid=19 &Itemid=50. – Заглавие с экрана, доступ свободный, 12.11.2012.
2. Прохоров, Ю. К. Управление качеством : учебное пособие / Ю. К. Прохоров. – СПб : СПбГУИТМО, 2007. – 144 с. – ISBN отсутствует.
3. Шевчук, Д. А. Управление качеством : учебник / Д. А. Шевчук. – М. : ГроссМедиа, РОСБУХ, 2008. – 216 с. – ISBN 97885547660072110.
4. Антонов, А. В. Системный анализ : монография / А. В. Антонов. – М. : Высшая школа, 2008. – 456 с. – ISBN 978-5-06-006092-8.
5. Андон, Ф. И. Основы инженерии качества программных систем : монография / Ф. И. Андон, Г. И. Коваль, Т. М. Коротун и др. ; под общ. ред. Ф. И. Андон. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : Академперіодика, 2007. – 672 с.
6. ДСТУ ISO/IEC 15288:2005. Інформаційні технології. Процеси життєвого циклу системи (ISO/IEC 15288:2002, IDT) [Електронний ресурс] / Портал : без названія. – Режим доступа \www/ URL: http://www.isoftware.kiev.ua/web/guest/standards_on_information_technologies. – Заглавие с контейнера, доступ платный, 12.11.2012.
7. ДСТУ 2850-94. Программные средства ЭВМ. Показатели и методы оценки качества [Электронный ресурс] / Портал : Линдекс. – Режим доступа \www/ URL: <http://lindex.net.ua/shop/bibl/500/doc/1388>. – Заглавие с контейнера, доступ платный, 12.11.2012.
8. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление [Текст] : пер. с англ. – М. : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2012. – 798 с. : ил. – (Адаптивные и интеллектуальные системы).
9. Bertram, T., Svaricek, F. and other. (1994). Fuzzy control. Zusammenstellung und Beschreibung Wichtiger Begriffe. Automatisierungstechnik, vol. 24, №7, pp. 322-326.
10. Koch, M., Wernstedt, J. (1993). Ein neues Entwurfskonzept für Fuzzy-Regelungen. Automatisierungstechnik, vol. 41, №5, pp. 152-158.
11. Гайдес, М. А. Общая теория систем (системы и системный анализ) : монография / М. А. Гайдес. – М. : ГЛОБУС-ПРЕСС, 2005. – 201 с. – ISBN отсутствует.

12. Бубнов, Е. А. Шкалирование входной информации [Электронный ресурс] / Е. А. Бубнов, Д. А. Скороходов // Портал : Издательство ГРИНДА. – Режим доступа \www/ URL: <http://grinda.info/control/skalir/skalir.htm>. – Заглавие с экрана, доступ свободный, 12.11.2012.

13. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий : монография / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М : Наука, 1976. – 269 с. – ISBN отсутствует.

14. Пуряев, А. С. Теория и методология оценки эффективности инвестиционных проектов в машиностроении : монография / А. С. Пуряев. – Набережные Челны : Камская госуд. инж.-экон. акад., 2007. – 180 с. – ISBN отсутствует.

Referenses

1. The State Standard of the USSR. Unified system for program documentation. GOST 19.102-77 : Stage of Development [E-resource] / Portal : RuGOST. – Mode of access \www/ URL: http://www.rugost.com/index.Php?Option=com_content&view=article&id=49:19102-77&catid=19&Itemid=50. – Title from the screen, access free, 12.11.2012.

2. Prokhorov, J. K. (2007). Quality management. *St. Petersburg, SPbGUITMO*, 144 p.

3. Shevchuk, D. A. (2008). Quality management. *GrossMedia, ROSBUH*, 216 p.

4. Antonov, A.V. (2008). System Analysis. *Moscow, Russia, Higher School*, 456 p.

5. Andon, F., Koval, G., Korotun, T. and others. (2007). Fundamentals of quality engineering of software systems. 2nd ed., Rev. and add., *Kiev, Ukraine, Academ-periodika*, 672 p.

6. DSTU ISO/IEC 15288:2005. Information technology. System Life Cycle Processes (ISO/IEC 15288:2002, IDT) [E-resource] / Portal : untitled. – Mode of access \www/ URL: http://www.isoftware.kiev.ua/web/guest/standards_on_information_technologies. – Title from container, the access free, 12.11.2012.

7. DSTU 2850-94. Software for computers. Performance and quality evaluation methods [E-resource] / Portal : Lindex. – Mode of access \www/ URL: <http://lindex.net.ua/shop/bibl/500/doc/1388>. – Title from container, the access free, 12.11.2012.

8. Pegat, A. Fuzzy modeling and control. (2012). *Moscow, BINOM, Knowledge Laboratory*, 798 p.

9. Bertram, T., Svaricek, F. and other. (1994). Fuzzy control. Zusammenstellung und Beschreibung Wichtiger Begriffe. *Automatisierungstechnik*, vol. 24, № 7, pp. 322-326.

10. Koch, M., Wernstedt, J. (1993). Ein neues Entwurfskonzept für Fuzzy-Regelungen. *Automatisierungstechnik*, vol. 41, № 5, pp. 152-158.

11. Gaydes, M.A. (2005). General theory of systems (systems and system analysis). *Moscow, Russia, Globus-PRESS*, 201 p.

12. Bubnov, E. Scaling of input data [E-resource] / E. A. Bubnov, D. A. Sko-rohodov // Portal : Publishing grind. – Mode of access \www/ URL: <http://grinda.info/control/skalir/skalir.htm>. – Title from the screen, access free, 12.11.2012.

13. Adler, P., Markov, E., Granovsky, Y. (1976). Design of Experiments search for the optimal conditions. *Moscow, Russia, Nauka*, 269 p.

14. Puryaev, A. (2007). Theory and Methodology of evaluation of investment projects in mechanical engineering. *Naberezhnye Chelny, Russia, Kama State Academy of Engineering and Economics*. 180 p.

Abstract

Приводиться трактування оцінки значення показника якості функціонування інформаційно-вимірювальної системи та приналежності його до того або іншого діапазону в термінах теорії нечітких множин, яке забезпечує можливість математичної установки якісних оцінок, що виражаються у формі лінгвістичних оцінок та нечітких чисел. Трактуються базуються на відомих рекомендаціях щодо діапазонів оцінювання. Згідно до них, кількість та розмір діапазонів необхідно встановлювати окремо для кожного конкретного випадку оцінювання. При цьому чітка межа між вимогами щодо показників якості, та й між самими показниками, відсутня. Це дозволило використати методи оцінки, які синтезуються з врахуванням положень теорії нечітких множин. Сам процес оцінювання полягає у визначенні місця розташування кожного з простих показників якості на обраній для нього шкалі. Отримане кількісне значення не несе інформації про якість показника. Для вирішення проблеми приводиться технологія ранжування шкали, тобто розділення її на діапазони, які відповідають різним ступеням задоволення заданих у технічному завданні вимог до якості. Показано, що ранжування повинно проводитися окремо для кожного простого показника якості та кожного комплексного показника якості.

Keywords: показник якості; інформаційно-вимірювальна система; шкала якості; нечітка множина.

Скопа Александр Александрович

Доктор технических наук, доцент

Заведующий кафедры Информационных систем в экономике

Одесский национальный экономический университет

ул. Преображенская, 8, г. Одесса, Украина, 65082

Сведения о наличии печатных произведений в общегосударственных и международных базах данных: 20

Контактный тел.: (094) 955-94-18

E-mail: kaz2003@ukr.net

Скопа Олександр Олександрович

Доктор технічних наук, доцент

Завідувач кафедри Інформаційних систем в економіці

Одеський національний економічний університет

вул. Преображенська, 8, м. Одеса, Україна, 65082

Відомості про наявність друкованих творів у загальнодержавних та міжнародних базах даних: 20

Контактний тел.: (094) 955-94-18

E-mail: kaz2003@ukr.net

Olexander Skopa
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Head of the Department of Information Systems in Economics
Odessa State Economic University
st. Preobrazhenskaya, 8, Odessa, Ukraine, 65082
For information about the availability of printed works in national and international
databases: 20
Contact tel.: (094) 955-94-18
E-mail: kaz2003@ukr.net

Волков Сергій Леонідович
Кандидат технічних наук
Завідувач кафедри Інформаційно-вимірювальних технологій
Одеська державна академія технічного регулювання та якості
ул. Ковальська, 15, г. Одеса, Україна, 65029
Відомості про наявність друкованих творів у загальнодержавних та міжнарод-
них базах даних: 2
Контактний тел.: 050-316-71-14
E-mail: greyw@ukr.net

Волков Сергей Леонидович
Кандидат технических наук
Заведующий кафедрой Информационно-измерительных технологий
Одесская государственная академия технического регулирования и качества
ул. Ковальская, 15, г. Одесса, Украина, 65029
Сведения о наличии печатных произведений в общегосударственных и между-
народных базах данных: 2
Контактный тел.: 050-316-71-14
E-mail: greyw@ukr.net

Sergiy Volkov
Ph.D.
Head of Department of Information and measurement technologies
Odessa State Academy of Technical Regulation and Quality
St. Kowalski, 15, Odessa, Ukraine, 65029
For information about the availability of printed works in national and international
databases: 2
Contact tel.: 050-316-71-14
E-mail: greyw@ukr.net

Грабовський Олег Вікторович
Здобувач кафедри Інформаційно-вимірювальних технологій
Одеська державна академія технічного регулювання та якості

Вул. Кузнечна, 15, м. Одеса, 65021, Україна
Відомості про наявність друкованих творів у загальнодержавних та міжнародних базах даних: 0
Контактний телефон (048) 726-76-95
e-mail: odivt@mail.ru

Грабовский Олег Викторович
Соискатель кафедры Информационно-измерительных систем
Одесская государственная академия технического регулирования и качества
Ул. Кузнечная, 15, г. Одесса, 65021, Украина
Сведения о наличии печатных произведений в общегосударственных и международных базах данных: 0
Контактный телефон (048) 726-76-95
e-mail: odivt@mail.ru

Oleg Grabovs'kyu
Searcher of the Department of Information and measurement technologies
Odessa State Academy of Technical Regulation and Quality
15, Kuznechnaya str., Odessa, 65021, Ukraine
For information about the availability of printed works in national and international databases: 0
Phone +38 (048) 726-76-95
e-mail: odivt@mail.ru