

УДК 681.3 (075)

В. Т. Оленченко

### МОДЕЛЬ ОЦІННИХ ФУНКЦІЙ ЕКСПЕРТА

*Розглянуто застосування чотирибальної шкали та усередненої чотирибальної шкали порядку для експертного оцінювання методом приписування балів.*

**Постановка проблеми та аналіз публікацій.** Експертні методи оцінювання широко використовуються у виконанні завдань вибору (ранжирування) різних предметних галузей: кваліметрії (у т. ч. педагогічній), економіці, соціології та ін. Основною процедурою будь-якого з експертних методів є порівняння (зіставлення) – встановлення рис подібності чи відмінності. Для порівняння можуть використовуватися шкала якісних ознак – шкала порядку (ШП) і шкали кількісних ознак: інтервалів (ШІ), відношень (ШВ), абсолютна (ША). У табл. 1 знаком “+” відзначені притаманні розглянутим шкалам використовувані властивості дійсних чисел і припустимі до застосування арифметичні операції, що визначають групу припустимих перетворень шкали і можливість переходу від однієї шкали до іншої [1; 2; 12]. Таку можливість ілюструє процес еволюції (перетворення) температурної шкали: неградуйований термометр – ШП; встановлення початку відліку (температура замерзання та (або) кипіння води та ін.) та одиниць виміру (градус Цельсія, Ренкіна, Реомюра, Фаренгейта) – ШІ; початок відліку – абсолютний нуль, одиниця виміру – градус Кельвіна, дорівнює градусу Цельсія – абсолютна термодинамічна шкала температур Кельвіна – ШВ.

Т а б л и ц я 1

Шкала	Властивості дійсних чисел *				Операції	
	відмінності	порядку	співвідношення	транзитивності	+ (-)	x (/)
найменувань	+	-	-	-	-	-
порядку	+	+	+	+	-	-
інтервалів	+	+	+	+	+	-
відношень	+	+	+	+	+	+
абсолютна	+	+	+	+	+	+

\* Властивість співвідношення передбачає, що порівнювані числа задовольняють тільки одній із трьох умов:  $a > b$ ,  $a < b$ ,  $a = b$ ; властивість транзитивності припускає, якщо  $a > b$ ,  $b > c$ , то  $a > c$  або якщо  $a < b$ ,  $b < c$ , то  $a < c$ .

Із зазначених вище, тільки шкали інтервалів і відношень, що мають встановлені початок відліку і одиницю вимірювання, можуть використовуватися для всіх видів інструментальних вимірювань, для яких визначені стандартизовані методики обробки результатів.

**Мета статті** – обґрунтування застосування усередненої чотирибальної шкали порядку для експертного опитування.

**Виклад основного матеріалу.** Застосування шкали порядку для експертного оцінювання розглянемо на прикладі чотирибальної шкали, що широко використовується у педагогічній кваліметрії. Зауважимо, що значення оцінок цієї шкали виражаються словами “незадовільно”, “задовільно”, “добре” і “відмінно”, чим підкреслюється їх нечисловий характер.

Для вірного застосування шкали порядку головними є встановлення однозначної відповідності кожного бала та критерію його визначення.

Критерій [11] – ознака, на основі якої оцінюють, визначають або класифікують що-небудь; мірило оцінки.

Критерії оцінювання за чотирибальною шкалою в минулому були встановлені у колишньому СРСР для вищих навчальних закладів міністерства оборони, а за п’ятибальною шкалою – ще у дореволюційній Росії в документі 1834 р., який мав назву “Положение для постоянного определения или оценки успехов в науках” [12]. Використаємо для формалізованого опису чотирибальної шкали поняття лінгвістичної змінної (ЛЗ) з теорії нечітких множин [2; 6].

У табл. 2 наведено опис ЛЗ  $V_{чш}$  “Експертна оцінка за чотирибальною шкалою”, а на рис. 1 –

графічні інтерпретації відповідних функцій належності, що формалізують терми цієї ЛЗ.

Т а б л и ц я 2

Лінгвістична змінна  $\beta_{\text{чш}}$  "Експертна оцінка за чотирибальною шкалою"

Терм	Характеристична функція належності	X
$T_2 = \{\text{"незадовільно"}\}$	$\mu_{Q_2}(x) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } 2 \leq x < 2,5; \\ 0, \text{ якщо } 2,5 \leq x \leq 5. \end{cases}$	2
$T_3 = \{\text{"задовільно"}\}$	$\mu_{Q_3}(x) = \begin{cases} 0, \text{ якщо } 2 \leq x < 2,5; \\ 1, \text{ якщо } 2,5 \leq x < 3,5; \\ 0, \text{ якщо } 3,5 \leq x \leq 5. \end{cases}$	3
$T_4 = \{\text{"добре"}\}$	$\mu_{Q_4}(x) = \begin{cases} 0, \text{ якщо } 2 \leq x < 3,5; \\ 1, \text{ якщо } 3,5 \leq x < 4,5; \\ 0, \text{ якщо } 4,5 \leq x \leq 5. \end{cases}$	4
$T_5 = \{\text{"відмінно"}\}$	$\mu_{Q_5}(x) = \begin{cases} 0, \text{ якщо } 2 \leq x < 4,5; \\ 1, \text{ якщо } 4,5 \leq x \leq 5. \end{cases}$	5

У педагогічній практиці застосовують іноді оцінки типу 2 + або 4 -, тим самим розширюючи діапазон оцінок для підвищення точності (вірніше, чутливості) або розрізнення. Із метрології відомий "метод ноніуса" [9; 10], що дозволяє збільшити кількість градацій у межах однієї поділки основної шкали. Наприклад, використання ноніуса до 1/100 означає, що у записі результату оцінювання (вимірювання) необхідно залишати дві цифри після коми, при цьому абсолютна похибка не перевищить  $\pm 0,010$ . Шкала у такому разі "розтягується" у сто разів. Для чотирибальної шкали оцінки, наведені на початку цього абзацу, відповідатимуть значенням 2,33 і 3,66.

Введену таким способом шкалу експертного оцінювання назвемо усередненою чотирибальною шкалою (УЧШ). У табл. 3 наведено опис ЛЗ  $\beta_{\text{учш}}$ , а на рис. 2 – графічні інтерпретації функцій належності, що формалізують терми цієї ЛЗ.

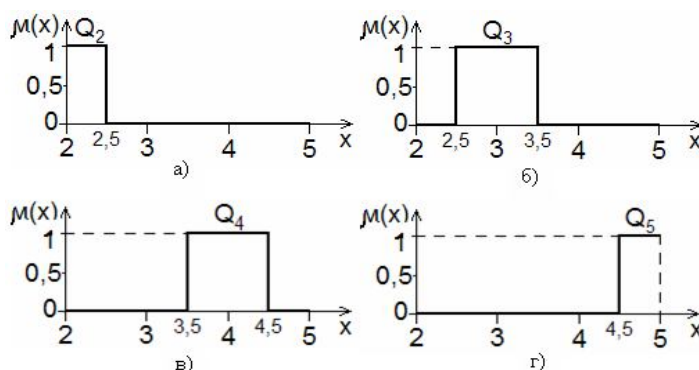


Рис. 1. Графічні інтерпретації функцій належності ЛЗ  $\beta_{\text{чш}}$

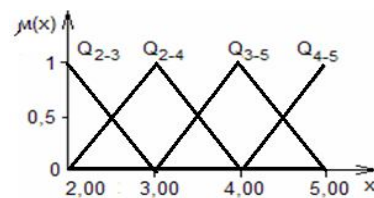


Рис. 2. Графічні інтерпретації функцій належності ЛЗ  $\beta_{\text{учш}}$

Т а б л и ц я 3

Лінгвістична змінна  $\beta_{\text{учш}}$  "Експертна оцінка за усередненою чотирибальною шкалою"

Терм	Характеристична функція належності	X
$T_{2-3} = \{\text{"незадовільно – задовільно"}\}$	$\mu(Q_{2-3}) = \begin{cases} 1 -  (x - 2) , \text{ якщо } 2 \leq x \leq 3; \\ 0, \text{ якщо } 3 < x \leq 5. \end{cases}$	2,00–3,00
$T_{2-4} = \{\text{"незадовільно – задовільно – добре"}\}$	$\mu(Q_{2-4}) = \begin{cases} 1 -  (x - 3) , \text{ якщо } 2 \leq x \leq 4; \\ 0, \text{ якщо } 4 < x \leq 5. \end{cases}$	2,00–4,00
$T_{3-5} = \{\text{"задовільно – добре – відмінно"}\}$	$\mu(Q_{3-5}) = \begin{cases} 1 -  (x - 4) , \text{ якщо } 3 < x \leq 5; \\ 0, \text{ якщо } x \leq 3. \end{cases}$	3,00–5,00
$T_{4-5} = \{\text{"добре – відмінно"}\}$	$\mu(Q_{4-5}) = \begin{cases} 0, \text{ якщо } x \leq 4; \\ 1 -  (x - 5) , \text{ якщо } 4 < x \leq 5. \end{cases}$	4,00–5,00

Модель подання оцінних функцій викладача для рейтингової двобальної шкали інтервалів [3] також опишемо засобами теорії нечітких множин як лінгвістичну змінну  $\beta_{p2}$  (табл. 4). На рис. 3 наведені графічні інтерпретації функцій належності, що формалізують терми цієї ЛЗ.

Аналогічно можна описати будь-яку зі шкал, крім шкали найменувань.

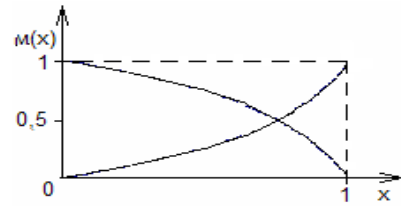


Рис. 3. Графічні інтерпретації функцій належності ЛЗ  $\beta_{p2}$

Т а б л и ц я 4

Лінгвістична змінна  $\beta_{p2}$  "Експертна оцінка за рейтинговою шкалою"

Терм	Характеристична функція належності	X
$T_{p0} = \{\text{"відсутність відповідей"}\}$	$\mu(Q_{p0}) = \begin{cases} 0, \text{ якщо } x = 0; \\ \log_2[-2/(x-2)], \text{ якщо } 0 \leq x \leq 1 \end{cases}$	0-1
$T_{p1} = \{\text{"наявність відповідей"}\}$	$\mu(Q_{p1}) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } x = 0; \\ 1 - \log_2[-2/(x-2)], \text{ якщо } 0 \leq x \leq 1. \end{cases}$	1-0

З однієї з аксіом теорії множин випливає, що дві впорядковані нескінченності подібні, якщо між ними можна встановити однозначну відповідність, яка зберігає порядок. Шкали порядку, інтервалів, відносин і абсолютна шкала є не що інше, як упорядковані множини, тобто такі, для яких встановлено правило порядку – прямування або передування. Це дозволяє розглядати можливість подання оцінок однієї зі шкал через оцінки іншої, як це показано, наприклад, у [3; 4].

Для експертного оцінювання якості порівнюваних об'єктів (продукції, виробів, суб'єктів професійного або іншого відбору тощо) в будь-якій предметній області застосовуються різноманітні шкали, безіменні і поіменовані, а також безліч методів оброблення результатів оцінювання, часто занадто заматематизованих [3; 7...11]. Характерним для більшості з них є те, що межі заданих інтервалів розширюються з метою збільшення числа градацій (збільшення точності опису якісних ознак об'єктів порівняння), а визначення оцінок (балів) у межах інтервалів віддано на "відкуп" експертам через відсутність чітко сформульованих критеріїв.

Для експертного оцінювання доцільно використовувати чотирибальну шкалу та усереднену чотирибальну шкалу з "розтягнутими" за методом ноніуса інтервалами. Наприклад, при оцінюванні експертами елементів деякого вектора якостей особистості (професіограми), який містить тільки позитивні якості, використовують оцінки чотирибальної шкали (табл. 5) як відповіді на запитання типу "В наявності у об'єкта вибору вказана якість?". Опис відповідної лінгвістичної змінної співпадає з описом ЛЗ  $\beta_{чш}$  при використанні як терми критеріїв із табл. 5. Усереднена чотирибальна шкала дозволяє зіставляти дані, отримані від різних джерел за ША, ШІ та ШІІ, наприклад, результатів вимірювань фізичних якостей особистості – сили, швидкості, витривалості і т. п., як це показано на рис. 4.

Т а б л и ц я 5

Шкала оцінювання

Критерій	Бал
так	5
скоріше так, чим ні	4
скоріше ні, чим так	3
ні	2

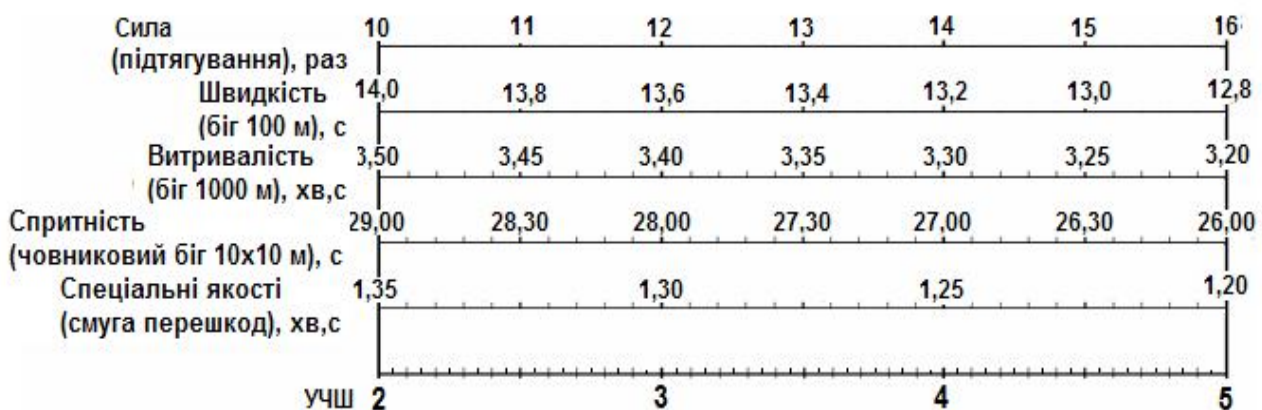


Рис. 4. Номограма зв'язку фізичних якостей особистості з УЧШ

### **Висновок**

Використання як моделі оцінних функцій експерта чотирибальної та усередненої чотирибальної шкал має низку переваг: прозорість і чіткість критеріїв, одноманітність застосування та простота розрахунків узагальнених показників [1; 2; 10], що дозволяє використовувати ці шкали для побудови ранжированих послідовностей у будь-якій предметній галузі.

### **Список використаних джерел**

1. Дэйвисон М. Многомерное шкалирование / М. Дэйвисон. – М. : Финансы и статистика, 1988. – 254 с.
2. Кандель А. Нечеткие множества, нечеткая алгебра, нечеткая статистика / А. Кандель, У. Дж. Байатт // Тр. амер. общ. инж.-радиоэлектрон. – 1978. – Т. 66, № 12. – С. 37–61.
3. Козлов В. Є. Модель подання оцінних функцій викладача / В. Є. Козлов, В. Т. Оленченко, І. О. Юзьков // Системи обробки інформації. – 2009. – Вип. 6 (80). – С. 233–236.
4. Метешкін К. О. Кваліметричний підхід до оцінювання знань, умінь та навичок тих, хто навчається / К. О. Метешкін, Ю. П. Белокурський, В. Є. Козлов, І. О. Юзьков // Вісник МСУ: технічні науки. – Х. : Міжнар. Слов'янський ун-т. – 2008. – Т. 11, № 1. – С. 50–53.
5. Крылова Г. Д. Основы стандартизации, сертификации и метрологии / Г. Д. Крылова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 711 с.
6. Моисеев Н. Н. Элементы теории оптимальных систем / Н. Н. Моисеев. – М. : Наука, 1975. – 528 с.
7. Борисов А. Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Г. В. Меркурьев. – М. : Радио и связь, 1989. – 304 с.
8. Орлов А. И. Эконометрика / А. И. Орлов. – М. : Экзамен, 2002. – 442 с.
9. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1989. – 316 с.
10. Кристенсен Ж. Человеческий фактор: в 6 т.; пер. с англ. / Ж. Кристенсен, Д. Майстер, П. Фоули и др. // Эргономика – комплексная научно-техническая дисциплина. – М. : Мир, 1991. – Т. 1. – 599 с.
11. Шишкин И. Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством / И. Ф. Шишкин. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 342 с.
12. Шабалин С. А. Измерения для всех / С. А. Шабалин. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 560 с.

*Стаття надійшла до редакції 25.03.2011 р.*