

УДК 378.046.4:510.22 (045)

¹В. В. Камишин, канд. техн. наук,²О. М. Рева, д-р техн. наук,²Л. М. Макаренко,³О. М. Медведенко**ПРОЦЕДУРА ФАЗИФІКАЦІЇ / ДЕФАЗИФІКАЦІЇ БАЛІВ ШКАЛ ОЦІНЮВАННЯ**¹Інститут обдарованої дитини НАПН України, e-mail: kvv@iod.gov.ua;²Кіровоградський національний технічний університет,
e-mail: ran54@meta.ua, makarenko_lina@mail.ru;³Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору,
e-mail: ars2007@gala.net

Установлено, що головним недоліком застосування сучасних експертних балів оцінок, які за суттю мають виключно якісний (ранговий) зміст, є ставлення до них як до звичайних чисел, що передбачає можливість відповідних математичних перетворень. На підставі методу розстановки пріоритетів, відомого також як «задача про лідера», балам широкого спектра шкал оцінювання і тестування поставлені у відповідність коефіцієнти значущості, що дозволяє ефективно усунути зазначений недолік.

Ключові слова: якісне рангове подання балів шкал експертного оцінювання, коефіцієнти значущості оцінок, метод розстановки пріоритетів.

Вступ. Натеper функціонування будь-якої галузі людської діяльності, у тому числі освітньої, неможливе без застосування експертних оцінок (ЕО), які широко застосовувалися на теренах колишнього СРСР завдяки діяльності українського вченого, одного з провідних кібернетиків сучасності, академіка В. М. Глушкова. Саме він результатами своїх досліджень посприяв тому, що системний підхід у дидактиці набув інтенсивного розвитку, починаючи з 60-х рр. ХХ ст. [1; 3 – 6; 8 – 13]. Більш того, усвідомлення вченими та фахівцями значущості й перспективності експертних процедур (ЕП) привело навіть до створення такої нової наукової дисципліни, як педагогічна кібернетика [2]. Насправді саме системно-кібернетична методологія є основою проведення ґрунтовного дослідження процесів функціонування складних організаційних освітніх гуманістичних систем (рис. 1). Однак надалі системний підхід в дидактиці став дедалі більше набувати декларативного характеру і фактично зводиться до опису шкал вимірювання і обґрунтування можливості застосування певних математичних методів оброблення експериментальних даних [3 – 6; 8 – 13]. Це призвело до таких прорахунків та недоліків (без ранжування):

- 1) перебільшення можливостей ЕО;
- 2) зайве захоплення «здоровим глуздом»;
- 3) нечітка постановка завдання дослідження перед педагогом-експертом та нечіткість самого навчально-виховного процесу [3 – 6];
- 4) прагнення дотримуватися тільки однієї ЕП, що, до речі, відповідає мотиву «зручності» (за класифікацією Т. Томашевського [7]), який не завжди прийнятний;
- 5) неправильне розуміння точності ЕО;
- 6) зайве захоплення формальними моделями;
- 7) некоректна інтерпретація результатів.

Необхідно також відзначити явну некоректність застосування ЕП у деяких шкалах психологічних тестів, коли ступінь наявності у випробуваного певної досліджуваної властивості оцінюється згідно з «ключем», який охоплює лише відповіді «повне так» та «швидше так». Хоча очевидно, що інші відповіді також свідчать про нехай незначну, але ж дійсну певну наявність досліджуваної властивості. При цьому зовсім не вирішені питання агрегування всього спектра відповідей, хоча з урахуванням праць [8; 9] можна побудувати схему (рис. 2), що дозволяє розв'язати зазначені проблеми.

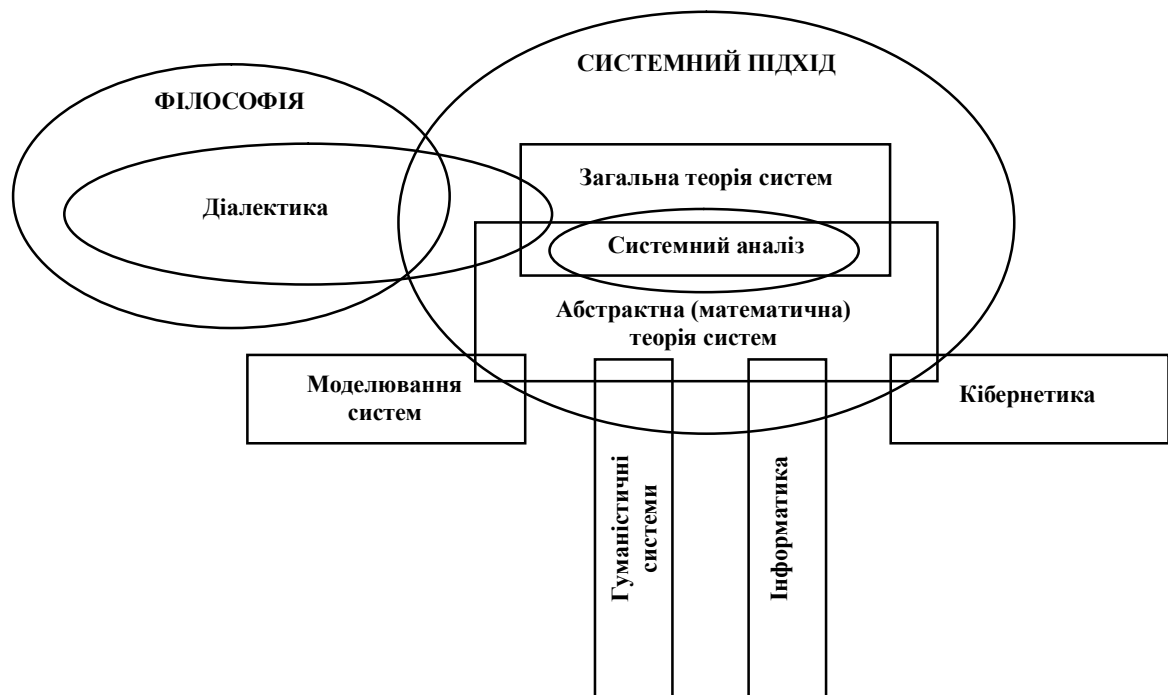
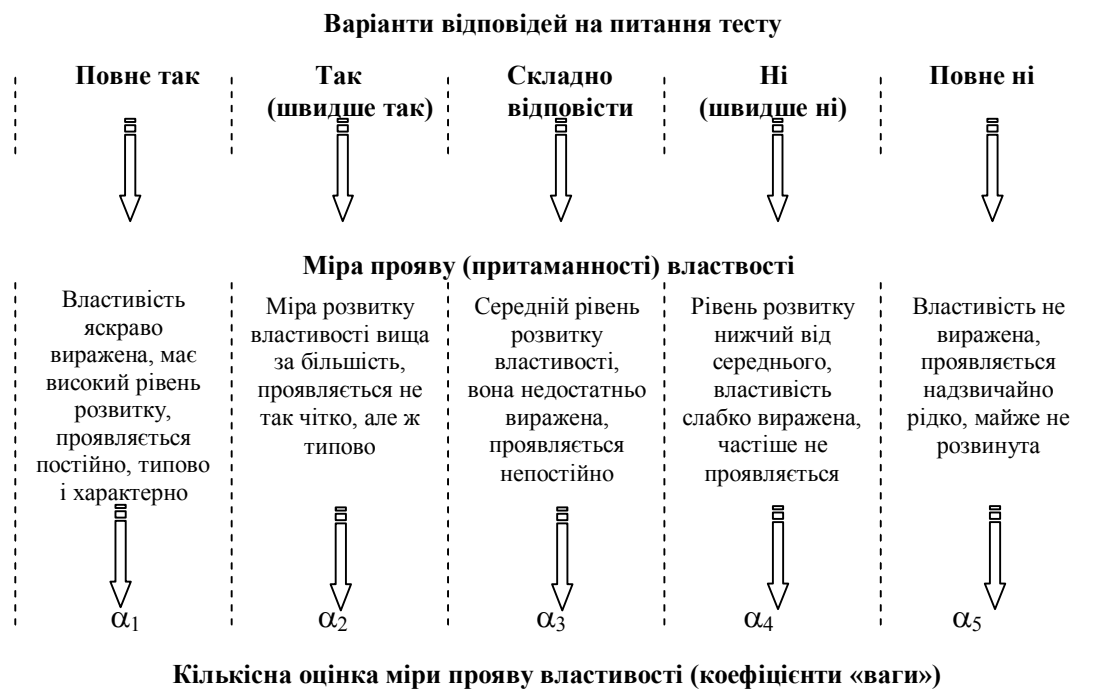


Рис. 1. Основні елементи системно-кібернетичної методології



Таким чином, проблему вдосконалення ЕО і ЕП слід вважати актуальною.

Аналіз досліджень і публікацій. З результатів досліджень [3; 10; 11] випливає можливість удосконалення ЕО шляхом застосування методів лінгвістичних змінних і нечіткої математики. У такому випадку бал будь-якої шкали оцінювання виражається як окремий терм відповідної лінгвістичної змінної, наприклад, «рівень навчальних досягнень». Тоді шкала оцінювання формується за допомогою відповідних класифікаторів, модифікаторів і квантифікаторів за чітко визначеними правилами, що відразу ж робить її науково-обґрунтованою. Так, увівши лінгвістичну змінну «ступінь згоди з твердженням»

(СЗТ), складові якої подані на рис. 2, надамо їй вигляду такої терм-множини (множини термінів, назв):

$$T^M(\text{СЗТ}) = \overset{B_5}{\text{повне так}} + \overset{B_4}{\text{так (швидше так)}} + \overset{B_3}{\text{складно відповісти}} + \\ + \overset{B_2}{\text{ні (швидше ні)}} + \overset{B_1}{\text{повне ні}},$$

де «+» – позначка логічного підсумовування термів.

Поставивши у відповідність кожному варіанту відповіді певну якісну характеристику міри прояву (притаманності) властивості (МПВ) респонденту (рис. 2), тобто, виразивши її термом відповідної лінгвістичної змінної, користуючись загальним правилом побудови лінгвістичних шкал [3] та модифікатором «дуже», отримуємо таку терм-множину:

$$T^M(\text{МПВ}) = \overset{\bar{R}_5}{\text{дуже висока}} + \overset{\bar{R}_4}{\text{висока}} + \overset{\bar{R}_3}{\text{як більшість}} + \\ + \overset{\bar{R}_2}{\text{низька}} + \overset{\bar{R}_1}{\text{дуже низька}}. \quad (1)$$

За відповідною методологією отримано якісні характеристики для найвідоміших шкал, що застосовуються у практиці ЕО (табл. 1). Таким чином забезпечується ґрунтовна процедура фазифікації ЕО.

Таблиця 1

Зіставлення якісних характеристик балів-термів різноманітних шкал оцінювання знань

Бал / терм	Якісна характеристика бала шкали оцінок				
	5-бальна	7-бальна	9-бальна	10-бальна	12-бальна
1 / T_1	Неприйнятно	Неприйнятно	Неприйнятно	Неприйнятно	Неприйнятно
2 / T_2	Погано	Дуже погано	Дуже погано	Дуже погано	Дуже погано
3 / T_3	Задовільно	Погано	Погано	Погано	Погано
4 / T_4	Добре	Задовільно (як більшість)	Недостатньо задовільно	Недостатньо задовільно	Недостатньо задовільно
5 / T_5	Відмінно	Добре	Задовільно	Задовільно	Задовільно
6 / T_6	–	Дуже добре	Цілком задовільно	Цілком задовільно	Цілком задовільно
7 / T_7	–	Відмінно	Добре	Добре	Недостатньо добре
8 / T_8	–	–	Дуже добре	Дуже добре	Добре
9 / T_9	–	–	Відмінно	Майже відмінно	Дуже добре
10 / T_{10}	–	–	–	Відмінно	Недостатньо відмінно
11 / T_{11}	–	–	–	–	Майже відмінно
12 / T_{12}	–	–	–	–	Відмінно

Постановка завдання дослідження. Як впливає з даних табл. 1, хоча відомі шкали ЕО і подані ґрунтовно у вигляді терм-множин лінгвістичних змінних, однак усі вони мають чітко виражений якісний лінгвістичний характер. Тому необхідно провести додаткові дослідження з удосконалення відповідних ЕП. Результати аналізу праць [8; 9] показують, що методологію ЕО і ЕП можна вдосконалити, привласнивши кожному якісному балу шкали оцінювання відповідний коефіцієнт значущості згідно зі схемою, показаною на рис. 3. Із цього рисунка випливає, що якщо маємо шкалу оцінювання розмірністю n , то для визначення коефіцієнтів значущості оцінок кожній i -й з них за відповідним правилом слід поставити у відповідність певну цінність C_i . Далі нескладно визначити загальну цінність усіх n оцінок

$$C = \sum_{i=1}^n C_i \quad (2)$$

і обчислити коефіцієнт «ваги» (значущості) кожної з них:

$$\alpha_i = \frac{C_i}{C} \quad (3)$$

$$\begin{array}{ccccc} \tilde{R}_5 & \succ & \tilde{R}_4 & \succ & \tilde{R}_3 & \succ & \tilde{R}_2 & \succ & \tilde{R}_1 \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ C_5 & & C_4 & & C_3 & & C_2 & & C_1 \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ \alpha_5 & + & \alpha_4 & + & \alpha_3 & + & \alpha_2 & + & \alpha_1 = 1 \end{array}$$

Рис. 3. Схема формування кількісних показників якісних бальних оцінок

Зрозуміло, що в такому випадку всі коефіцієнти значущості оцінок є зваженими, оскільки виконуються умови:

$$0 \leq \alpha_i \leq 1, \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1.$$

І оскільки величини C_i визначаються виключно експертним шляхом, то з урахуванням того, що людському мисленню притаманні саме порівняльні якісні (рангові), а не кількісні оцінки, **метою** цієї роботи є розв'язання відповідної проблеми.

Розроблення процедур дефазифікації якісних оцінок бальних шкал. Таким чином, урахувавши, з одного боку, що всі бали досліджуваних шкал оцінювання мають чітко виражений якісний (ранговий) характер, а, з другого боку, зазначену вище особливість людського мислення при виборі методу визначення коефіцієнтів значущості оцінок, слід орієнтуватися саме на такі з них, що враховують наведене.

З аналізу наукових джерел [12; 13] випливає, що з множини методів визначення коефіцієнтів значущості («ваги») задовольняють усього два: метод, що ґрунтується на рангах і метод розстановки пріоритетів.

1. Метод, що ґрунтується на рангах. У разі його застосування цінність кожної оцінки визначається за формулою

$$C_i = 1 - \frac{\tilde{R}_i - 1}{n}, \quad (4)$$

де $\tilde{R}_i$ – ранг i -ї оцінки у впорядкованому ряду, що формується n балами досліджуваної шкали.

Далі згідно з формулами (2), (3) знаходиться сумарна «цінність» і коефіцієнти значущості кожної з оцінок. Наприклад, для досліджуваної 5-бальної шкали (рис. 2) усі її оцінки тривіально ранжуються:

$$\begin{array}{ccccc} \tilde{R}_5 & \succ & \tilde{R}_4 & \succ & \tilde{R}_3 & \succ & \tilde{R}_2 & \succ & \tilde{R}_1 \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ 1 & & 2 & & 3 & & 4 & & 5 \end{array} \quad (5)$$

як, до речі, і за аналогією бали-оцінки будь-якої іншої шкали (табл. 1). Однак з виразу (4) випливає лінійна зміна величини C_i залежно від рангу оцінки $\tilde{R}_i$ і, як наслідок, коефіцієнтів «ваги» оцінок, що не відповідає правилу побудови шкали (1), коли модифікатор «дуже» сприяє отриманню сусідніх оцінок за допомогою явно нелінійних нечітких операцій «концетрації» і «розтягання» [3; 10].

2. Метод розстановки пріоритетів. Недоліки попереднього методу повною мірою усувається шляхом математичного формулювання так званої «задачі про лідера». Сутність розглядуваного методу така. Кожна оцінка $\tilde{R}_i$ досліджуваної шкали оцінювання зображається вершиною деякого графу (рис. 4), зв'язок між якими відповідає правилу чіткого ранжування оцінок (7).

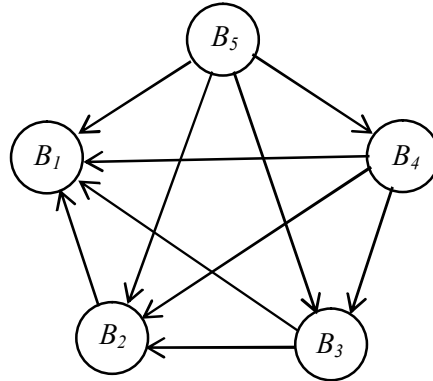


Рис. 3. Граф розстановки пріоритетів 5-бальної шкали оцінювання

Якщо оцінка $\tilde{R}_i$ має перевагу над іншою $\tilde{R}_j$ ($\tilde{R}_i \succ \tilde{R}_j$), на графі існує дуга ($i \rightarrow j$), і навпаки, якщо $\tilde{R}_i \prec \tilde{R}_j$, на графі існує дуга ($j \rightarrow i$). Спосіб розв'язання задачі такий. Будується матриця «цінностей» оцінок $C = \|c_{ij}\|$:

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1j} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2j} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{i1} & c_{i2} & \dots & c_{ij} & \dots & c_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nj} & \dots & c_{nn} \end{pmatrix}. \quad (6)$$

При цьому оцінки c_{ij} визначаються такими правилами:

$$c_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{якщо оцінка МПВ } \tilde{R}_i \text{ більш значуща, ніж } \tilde{R}_j : \tilde{R}_i \succ \tilde{R}_j; \\ 0, & \text{якщо навпаки } \tilde{R}_i \prec \tilde{R}_j. \end{cases}$$

Відповідно до процедури застосування методу розстановки пріоритетів [7; 8] вводиться поняття ітерованої «цінності» порядку k оцінки $\tilde{R}_j$, яка, в свою чергу, буде відображати досліджувану «цінність». Так ітерована цінність першого порядку оцінки $\tilde{R}_j$ позначається як $C_j(1)$ і обчислюється як сума балів, що властиві цій оцінці. При цьому не враховується «цінність» інших оцінок:

$$C_j(1) = \sum_{i=1}^n c_{ij}.$$

Розподіл балів серед усіх n оцінок задається вектором

$$C(1) = [C_1(1), C_2(1), \dots, C_j(1), \dots, C_n(1)].$$

На другій ітерації за «цінність» оцінки шкали використовується ітерована «цінність»

першого порядку. В обчисленні з враховуються «цінності» інших МПВ:

$$C_j(2) = \sum_{j=1}^n c_{ij} C_j(1).$$

Вона подається таким вектором:

$$C(2) = [C_1(2), C_2(2), \dots, C_j(2), \dots, C_n(2)].$$

Подальші ітерації здійснюються аналогічно:

$$C_k = A \cdot C(k-1).$$

При цьому:

$$C(0) = (1, 1, \dots, 1)$$

Отже, процес обчислення полягає в послідовному застосуванні перетворення, яке задається матрицею A , до початкового вектора $C(0)$.

На другій ітерації як «вага» МПВ використовується ітерована «вага» першого порядку. Далі позначимо через $\alpha_j(k)$ нормовану ітеровану «вагу» k -го порядку i -ї МПВ, яка має сенс коефіцієнта «ваги»:

$$\alpha_j(k) = \frac{C_j(k)}{\sum_{j=1}^n C_j(k)};$$

$$\sum_{j=1}^n \alpha_j(k) = 1. \quad (7)$$

У загальному вигляді процес обчислення нормованої ітерованої «ваги» оцінки можна подати у вигляді такої формули:

$$\alpha(k) = \frac{1}{\lambda(k)} C \alpha(k-1), \quad (8)$$

де $\lambda(k) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n c_{ij} \alpha_j(k-1)$ – сума компонент вектора $C \cdot C(k-1)$; $k = 1, 2, \dots$

Якщо матриця C така, що не розкладається, то розглянута процедура згідно з теоремою Перрона–Фробеніуса [14] приводить в граничному значенні до максимального особистого числа $\lambda = \lim_{k \rightarrow \infty} \lambda(k)$ матриці C з відповідним особистим вектором:

$$C = \lim_{k \rightarrow \infty} C(k). \quad (9)$$

Отже, процес обчислення нормованої ітерированої «ваги» оцінки $\tilde{R}_j$ є збіжним. Застосування процесу обчислення за формулою (8) відрізняється від простого підсумовування балів тим, що дозволяє враховувати побічні (непрямі) переваги однієї оцінки перед іншою. Виконаємо фактичне обчислення ітерованої «ваги» оцінки $\tilde{R}_j$ шкали (1). Матриця (6) буде мати розмірність 5×5 . Щоб її побудувати, необхідно розбити систему переваг (5) на парні порівняння:

$$\left. \begin{aligned} \tilde{R}_5 &> \tilde{R}_4 > \tilde{R}_3 > \tilde{R}_2 > \tilde{R}_1, \\ \tilde{R}_4 &> \tilde{R}_3 > \tilde{R}_2 > \tilde{R}_1, \\ \tilde{R}_3 &> \tilde{R}_2 > \tilde{R}_1, \\ \tilde{R}_2 &> \tilde{R}_1. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

На підставі виразу (10) була складена відповідна квадратна матриця суміжності оцінок досліджуваної шкали (графи 1–6 табл. 2).

Обчислення за першою ітерацією тривіальне і подано у графах 7, 8 табл. 2.

Таблиця 2

**Матриця суміжності мір прояву досліджуваної властивості
та ітерації розстановки пріоритетів на них**

МПВ _i	Суміжність оцінок					Ітерації							
	$\tilde{R}_5$	$\tilde{R}_4$	$\tilde{R}_3$	$\tilde{R}_2$	$\tilde{R}_1$	I		II		III		IV	
						Σc_{ij}	α_j	$C_j(2)$	$\alpha_j(2)$	$C_j(3)$	$\alpha_j(3)$	$C_j(4)$	$\alpha_j(4)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\tilde{R}_5$	1	2	2	2	2	9	0,36	41	0,4824	129	0,5734	321	0,6407
$\tilde{R}_4$	0	1	2	2	2	7	0,28	25	0,2941	63	0,2800	129	0,2575
$\tilde{R}_3$	0	0	1	2	2	5	0,20	13	0,1529	25	0,1111	41	0,0818
$\tilde{R}_2$	0	0	0	1	2	3	0,12	5	0,0588	7	0,0311	9	0,0180
$\tilde{R}_1$	0	0	0	0	1	1	0,04	1	0,0118	1	0,0044	1	0,0020
Σ						25	1	85	1	225	1	501	1

МПВ _i	Ітерації											
	V		VI		VII		VIII		IX		X	
	$C_j(5)$	$\alpha_j(5)$	$C_j(6)$	$\alpha_j(6)$	$C_j(7)$	$\alpha_j(7)$	$C_j(8)$	$\alpha_j(8)$	$C_j(9)$	$\alpha_j(9)$	$C_j(10)$	$\alpha_j(10)$
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$\tilde{R}_5$	681	0,6914	1289	0,7258	2263	0,7488	3781	0,7685	6059	0,7875	9329	0,8053
$\tilde{R}_4$	231	0,2345	377	0,2123	597	0,1976	921	0,1872	1357	0,1764	1913	0,1651
$\tilde{R}_3$	61	0,0619	85	0,0479	135	0,0447	189	0,0384	247	0,0321	309	0,0267
$\tilde{R}_2$	11	0,0112	24	0,0135	26	0,0086	28	0,0057	30	0,0039	32	0,0028
$\tilde{R}_1$	1	0,0010	1	0,0006	1	0,0003	1	0,0002	1	0,0001	1	0,0001
Σ	985	1	1776	1	3022	1	4920	1	7694	1	11584	1

Обчислення за другою ітерацією таке:

$$C_{\tilde{R}_5}(2) = 1 \cdot 9 + 2 \cdot (7 + 5 + 3 + 1) = 41, \quad C_{\tilde{R}_2}(2) = 0 \cdot 9 + 0 \cdot 7 + 0 \cdot 5 + 1 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 5,$$

$$C_{\tilde{R}_4}(2) = 0 \cdot 9 + 1 \cdot 7 + 2 \cdot (5 + 3 + 1) = 25, \quad C_{\tilde{R}_1}(2) = 0 \cdot 9 + 0 \cdot 7 + 0 \cdot 5 + 0 \cdot 3 + 1 \cdot 1 = 1.$$

$$C_{\tilde{R}_3}(2) = 0 \cdot 9 + 0 \cdot 7 + 1 \cdot 5 + 2 \cdot (3 + 1) = 13,$$

Далі маємо:

$$C(2) = \sum_{j=1}^5 C_{\tilde{R}_j} = C_{\tilde{R}_5} + C_{\tilde{R}_4} + C_{\tilde{R}_3} + C_{\tilde{R}_2} + C_{\tilde{R}_1} = 41 + 25 + 13 + 5 + 1 = 85.$$

Згідно з формулою (7), (9) отримуємо такі коефіцієнти «ваги» МПВ на другій ітерації:

$$\alpha_5(2) = \frac{41}{85} = 0,4824, \quad \alpha_4(2) = \frac{25}{85} = 0,2941, \quad \alpha_3(2) = \frac{13}{85} = 0,1529,$$

$$\alpha_2(2) = \frac{5}{85} = 0,0588, \quad \alpha_1(2) = \frac{1}{85} = 0,0118.$$

На кожній наступній ітерації значення $C_j(k)$ уточнюються (табл. 2). Як випливає з табл. 2, застосовувати більше одинадцяти ітерацій недоцільно, оскільки вже на одинадцятій коефіцієнт «ваги» оцінки $\tilde{R}_1$ дорівнює 0,0000 ($\alpha_1(11) = 0,0000$). Тому під час обчислення остаточної агрегованої її значущості слід брати за основу коефіцієнти «ваги», що були обчислені для десятої ітерації (графа 27 табл. 2). За аналогією відповідно до того самого методу розстановки пріоритетів обчислено й подано у табл. 3 коефіцієнти значущості оцінок усіх досліджуваних шкал.

Розглянемо ефективність отриманих результатів на такому віртуальному прикладі. Нехай ті, хто навчається, утворюють дві рівнокількісні групи – відповідно експериментальну (ЕГ) і контрольну (КГ). І нехай рівень навчальних досягнень (РНД) представників обох груп в умовах відсутності об'єктивного тестового контролю оцінюється за звичайною 4-бальною шкалою

(«2», «3», «4», «5»). Зрозуміло, що, якщо сума балів за досягнений РНД членів ЕГ буде більшою за КГ ($\sum_{i=1}^n \text{ЕГ}_i > \sum_{j=1}^n \text{КГ}_j$, де ЕГ_i і КГ_j – оцінки РНД i -го та j -го представників відповідно ЕК і КГ,

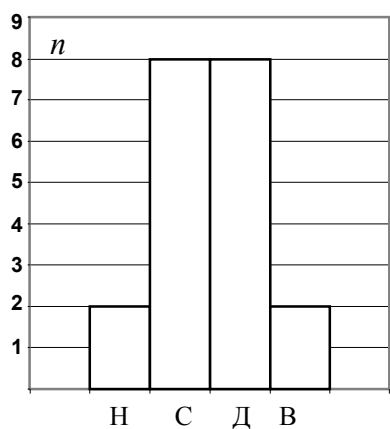
n – кількість членів групи), чи навпаки ($\sum_{i=1}^n \text{ЕГ}_i < \sum_{j=1}^n \text{КГ}_j$), то можна робити висновок про

ефективність нової запропонованої методики навчання. Однак при цьому відразу виникає питання щодо статистичної імовірності різниці в досягнутих РНД, адже над балами неможливо проводити математичні перетворення. З іншого боку, незвичною є ситуація, коли в обох групах отримані однакові за підсумком балів результати, що ілюструється гіпотетичним прикладом (рис. 4).

Таблиця 3

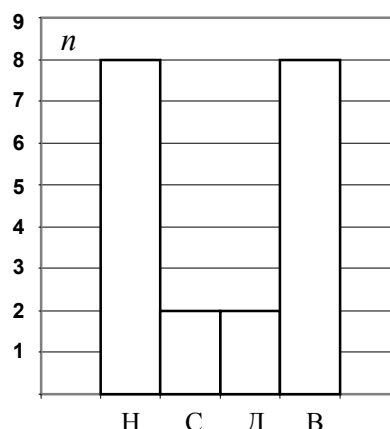
Коефіцієнти значущості балів найвідоміших оцінних шкал

Бал / терм	Коефіцієнти значущості оцінок шкали, α_i					
	4-бальної	5-бальної	7-бальної	9-бальної	10-бальної	12-бальної
1	2	3	4	5	6	7
1 / T_1	0,9126	0,8053	0,6240	0,4405	0,4030	0,2918
2 / T_2	0,0825	0,1651	0,2536	0,2668	0,2606	0,2226
3 / T_3	0,0048	0,0267	0,0895	0,1529	0,1600	0,1652
4 / T_4	0,0001	0,0028	0,0260	0,0804	0,0921	0,1188
5 / T_5	–	0,0001	0,0059	0,0378	0,0486	0,0820
6 / T_6	–	–	0,0009	0,0155	0,0229	0,0546
7 / T_7	–	–	0,0001	0,0049	0,0092	0,0329
8 / T_8	–	–	–	0,0011	0,0029	0,0184
9 / T_9	–	–	–	0,0001	0,0006	0,0090
10 / T_{10}	–	–	–	–	0,0001	0,0036
11 / T_{11}	–	–	–	–	–	0,0010
12 / T_{12}	–	–	–	–	–	0,0001
Σ	1	1	1	1	1	1



Рівні сформованості компетенцій

а



Рівні сформованості компетенцій

б

Рис. 4. Гістограми гіпотетичного вираження ефективності формування рівнів певної компетентності тих, хто навчається, за оцінками 4-бальної шкали: а – результати навчання контрольної групи; б – результати навчання експериментальної групи; Н – низький рівень навчальних досягнень (оцінка «2»); С – середній рівень навчальних досягнень (оцінка «3»); Д – достатній рівень навчальних досягнень (оцінка «4»); В – високий рівень навчальних досягнень (оцінка «5»)

Отже, з рис. 4 випливає, що РНД в обох групах однакова, тому що

$$\sum_{i=1}^{n=20} \tilde{R}_i^{\text{КГ}} = 2 \cdot n_{\tilde{R}_\text{Н}}^{\text{КГ}} + 8 \cdot n_{\tilde{R}_\text{С}}^{\text{КГ}} + 8 \cdot n_{\tilde{R}_\text{Д}}^{\text{КГ}} + 2 \cdot n_{\tilde{R}_\text{В}}^{\text{КГ}} = 2 \cdot 2 + 8 \cdot 3 + 8 \cdot 4 + 2 \cdot 5 = 70 \text{ балів}; \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^{n=20} \tilde{R}_j^{\text{ЕГ}} = 8 \cdot n_{\tilde{R}_\text{Н}}^{\text{ЕГ}} + 2 \cdot n_{\tilde{R}_\text{С}}^{\text{ЕГ}} + 2 \cdot n_{\tilde{R}_\text{Д}}^{\text{ЕГ}} + 8 \cdot n_{\tilde{R}_\text{В}}^{\text{ЕГ}} = 8 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 8 \cdot 5 = 70 \text{ балів}, \quad (12)$$

де $n_{\tilde{R}_k}^{\text{КГ}}$, $n_{\tilde{R}_k}^{\text{ЕГ}}$ – кількість представників відповідно КГ і ЕГ, які отримали $\tilde{R}_q$ -ту оцінку РНД у 4-бальній шкалі.

Однак, якщо у виразах (11), (12) замість величини бала врахувати коефіцієнти важливості оцінок 4-бальної шкали (графа 2 табл. 3), то отримуємо результат, який суттєво відрізняється від попередніх обчислень:

$$\sum_{i=1}^{n=20} \alpha_{\tilde{R}_q} n_i^{\text{КГ}} = 0,9126 \cdot 2 + 0,0825 \cdot 8 + 0,0048 \cdot 8 + 0,0001 \cdot 2 = 2,5238;$$

$$\sum_{i=1}^{n=20} \alpha_{\tilde{R}_q} n_i^{\text{ЕГ}} = 0,9126 \cdot 8 + 0,0825 \cdot 2 + 0,0048 \cdot 2 + 0,0001 \cdot 8 = 7,4762.$$

Таким чином, узагальнені кількісні показники значущості оцінок представників ЕГ майже у 3 рази вищі за результати представників КГ. Тому, навіть не звертаючись до процедур застосування t -критерію Стюдента, можна зробити ґрунтовний висновок про істотну різницю між РНД обох досліджуваних груп.

Користуючись даними табл. 3, можна за аналогією застосовувати будь-які шкали для відповідних досліджень, виконуючи над їх результатами ґрунтовні математичні перетворення. Отже, запропоновану методику дефазифікації оцінок бальних шкал слід вважати ефективною.

Висновки. Уперше в практиці застосування ЕО і ЕП комплексно вирішено проблему фазифікації / дефазифікації оцінок найбільш поширених бальних шкал, зокрема 4-бальної, 5-бальної, 7-бальної (ECTS), 9-бальної (стенайнів), 10-бальної (стенів), 12-бальної. Окремими результатами досліджень, що при цьому були отримані, слід вважати такі.

1. Процедuru фазифікації бальних оцінок реалізовано формуванням для кожної шкали відповідної терм-множини лінгвістичної змінної шляхом застосування кваліфікаторів, модифікаторів та квантифікаторів.

2. Оскільки терми шкал зазначених лінгвістичних змінних мають строге підпорядкування, це дало змогу застосувати математичний метод розстановки пріоритетів для обчислення «зважених» коефіцієнтів значущості всіх оцінок-балів досліджуваних шкал. Отже, йдеться про дійсне проведення процедури дефазифікації якісних оцінок, що дає змогу виконувати відповідні математичні перетворення. Причому, якщо йдеться про застосування 5-бальної шкали у психологічних дослідженнях, то агрегована оцінка ступеня притаманності випробуваному певної властивості може бути отримана простим підсумовуванням коефіцієнтів значущості оцінок за кожною відповіддю.

3. Подальші дослідження з удосконалення ЕО і ЕП слід проводити у напрямку застосування коефіцієнтів значущості оцінок бальних шкал у методах теорії розпізнавання образів, адаптованих для визначення маргінальних думок експертів.

Список літератури

1. Супес П. Основы теории измерений [Текст] / П. Супес, Р. Зинес // Психологические измерения. – М.: Мир, 1967. – С. 9–110.
2. Ительсон Л. Б. Математические и кибернетические методы в педагогике [Текст] / Л. Б. Ительсон. – М.: Просвещение, 1964. – 268 с.
3. Рева О. М. Шляхом Болонського процесу: Методологічні засади формування терм-множини лінгвістичної змінної «Рівень навчальних досягнень» [Текст] / Н. О. Василенко, О. М. Рева, В. В. Федієнко // Наукові записки: зб. наук. статей Нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова. – Вип. LXII. – К.: КПУ ім. М. П. Драгоманова, 2006. – С. 40–55.
4. Рева О. М. До основ системного аналізу в педагогіці: класифікаційні ознаки задач

- прийняття рішень в початково-виховному процесі [Текст] / О. М. Рева, С. О. Дудник, О. В. Сіроштан // Проблеми освіти: наук.-метод. зб. – К: ІТЗО МОН України, 2007. – Вип. 53. – С. 68–75.
5. *Рева О. М.* Нечіткі моделі гармонізації обсягу аудиторного навантаження як основа інтенсифікації навчання студентів-менеджерів [Текст] / О. М. Рева, О. В. Сіроштан // Креативність і творчість: вісн. Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. – Серія Соціологія. Психологія. Педагогіка. – Темат. вип. 1. – К.: Гнозис, 2009. – С. 358–367.
 6. *Камишин В. В.* Системологія невизначеності людського чинника у навчально-виховному процесі [Текст] / В. В. Камишин, К. Д. Гуляев // Моделювання особистісно-розвивального середовища обдарованої дитини: матеріали всеукр. конф. (11–12 жовтня 2011 рока, Київ). – К.: Ін-т обдарованої дитини, 2011. – С. 190–206.
 7. *Котик М. А.* Психология и безопасность [Текст] / М. А. Котик. – Таллин: Валгус, 1989. – 408 с.
 8. *Рева О. М.* Лінгвістично-статистичний підхід до формування відповідей респондентів на тестові завдання / О. М. Рева, Л. М. Макаренко, Р. П. Бідненко // Людський чинник у транспортних системах: матеріали II Міжнар. наук. конф. (2-3 червня 2010 рока Київ). – К., 2010. – С. 51–52.
 9. *Рева О. М.* Кількісна і лінгвістична відповідність рівнів сформованості компетентності студентів / О. М. Рева, В. В. Камишин, О. В. Тімець // Навчання і виховання обдарованої дитини: теорія і практика: зб. наук. пр. – К.: ІОД, 2010. – Вип. 14. – С. 88–101.
 10. *Рева О. М.* 12 балів: український компроміс європейської «полегшеної шкали оцінювання» [Текст] / О. М. Рева, О. Ф. Штанько, І. А. Добрянський // Вища школа: наук.-практ. видання. – К., 2005. – № 4. – С. 40–55.
 11. *Рева О. М.* Шляхом Болонського процесу: комплекс моделей кваліметрії і узгодженості рівнів навчальних досягнень студентів у різних оцінних системах [Текст] / О. М. Рева, В. В. Федієнко // Проблеми освіти: наук.-метод. зб. – К.: ІТЗО, 2007. – Вип. 50. – С. 3–7.
 12. *Рева О. М.* Однокрокові методи рішення задач з векторним показником ефективності [Текст]: методич. вказівки з курсу «Основи теорії прийняття рішень» / О. М. Рева. – Кіровоград: ДЛАУ, 1996. – 23 с.
 13. *Рева О. М.* Комплексне визначення кількісних характеристик недисциплінованої поведінки студентів [Текст] / О. М. Рева, І. А. Добрянський, А. А. Чабак // Рідна школа: щомісяч. наук.-педагогіч. журн. – К.: Деміур, 2004. – № 12. – С. 63–66.
 14. *Батищев Д. И.* Методы оптимального проектирования [Текст]: учеб. пособие для вузов / Д. И. Батищев. – М.: Радио и связь, 1984. – 248 с.

В. В. Камишин, А. Н. Рева, Л. М. Макаренко, Е. Н. Медведенко

Процедура фазифікації / дефазифікації баллов шкал оцінювання

Установлено, що головним недостатком застосування сучасних експертних баллових оцінок, які по суті мають виключно якісний (ранговий) зміст, є відношення до них як до звичайних чисел, що передбачає можливість відповідних математичних перетворень. На основі методу розстановки пріоритетів, відомого також як «задача про лідера», баллам широкого спектра шкал оцінювання і тестування поставлені в відповідності коефіцієнти значимості, що дозволяє усунювати зазначений недолік.

V. V. Kamyshyn, A. N. Reva, L. M. Makarenko, E. N. Medvedenko

Procedure of a fuzzyfication / defuzzification of points scale estimation

It is set that the principal lack of application of the modern expert mark estimates which in fact have exclusively qualitative (rank) content, which provides for the appropriate mathematical transformations. Leaning on the method of arrangement to the priorities, known also as «the task about the leader», significance coefficients that allows to remove the specified shortcoming are delivered points of a broad spectrum of scales estimation and testing in compliance.