



Володимир Вікторович Камишин

кандидат технічних наук,
лауреат Державної премії УРСР
в галузі науки і техніки,
лауреат Державної премії України
в галузі освіти,
директор Інституту обдарованої дитини
НАПН України
м. Київ, Україна

УДК 37.091.2:004.415.538:005.6

ДЕФАЗИФІКАЦІЯ БАЛЬНИХ ШКАЛ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ БАЖАНОСТІ ЇХ ОЦІНОК

Главный недостаток статистического анализа академической одаренности учеников заключается в проведении математических преобразований над оценками балльных шкал, которые имеют исключительно качественный (ранговый) смысл. Методом расстановки приоритетов проведена дефазификация баллов широкого спектра шкал и определены коэффициенты желательности соответствующих оценок, что позволяет эффективно устранить отмеченный недостаток и применить мультипликативную функцию желательности Харрингтона для определения интегрированной оценки академической или интеллектуальной одаренности.

Ключевые слова: балльные шкалы, дефазификация оценок, метод расстановки приоритетов, коэффициенты желательности, функция Харрингтона.

The main drawback of the statistical analysis of academic gifted students is the implementation of mathematical transformations over the estimated point scales, with exceptionally high quality (rank) content. Method of setting priorities held defuzzification points wide range of scales and coefficients of the desirability of relevant assessments to effectively eliminate this drawback and apply a multiplicative function of Kharrynhon's desirability to determine the integrated assessment of academic or intellectual gifts.

Key words: point scales, defazzifikation of estimates, method of prioritization, coefficients of the desirability, Kharrynhon's function.

Функціонування будь-якої галузі людської діяльності, зокрема, освітянської, є неможливим без застосування експертних оцінок, широке розповсюдження яких було здійснене на теренах колишнього СРСР завдяки діяльності видатного українського вченого, одного з провідних кібернетиків сучасності, академіка В. М. Глушкова. Результати його досліджень сприяли тому, що системний підхід у дидактиці пережив інтенсивний розвиток, починаючи з 60-х рр. ХХ ст. [1–5]. Більше того, усвідомлення вченими та фахівцями значущості та перспективності експертних процедур сприяло створенню нової наукової дисципліни, як педагогічна кібернетика [6]. Адже дійсно, системно-кібернетична методологія є основою проведення ґрунтовного дослідження процесів функціонування складних організаційних освітянських гуманістичних систем (рис. 1) [6, 8]. Системний підхід у дидактиці став набувати

декларативного характеру та зводиться до опису шкал вимірювання і обґрунтування можливості застосування певних математичних методів обробки експериментальних даних [8–11]. Вищезазначене призвело до таких прорахунків та недоліків (не ранжуючи) [12, 13]:

- 1) перебільшення можливостей експертних оцінок;
- 2) зайве захоплення «здоровим глуздом»;
- 3) нечітка постановка завдання дослідження перед педагогом-експертом і нечіткість навчально-виховного процесу [14–17];
- 4) прагнення дотримуватися лише одної експертних процедур, що, відповідає мотиву «зручності» (у класифікації Т. Томашевського), що не завжди є прийнятним;
- 5) невірне розуміння точності експертних оцінок;
- 6) зайве захоплення формальними моделями;
- 7) некоректна інтерпретація результатів.

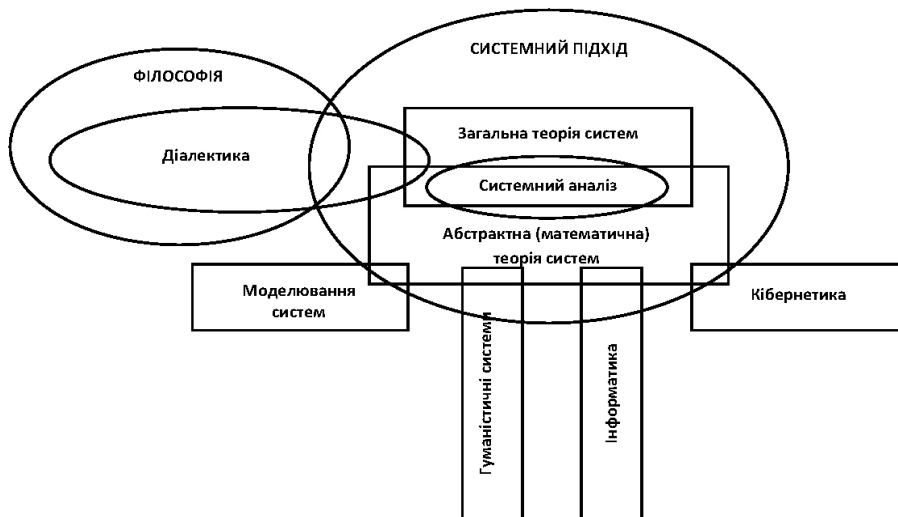


Рис. 1. Основні елементи системно-кібернетичної методології

Враховуючи наведене, вчені та фахівці обговорюють недоліки методу Борда, де до об'єктів нечислової природи застосовують математичні операції, чи прояв парадокса Кондорсе, що транзитивність індивідуальних систем переваг не гарантує транзитивності групової [12; 19; 20].

Необхідно звернути увагу на явну некоректність застосування експертних процедур у деяких шкалах психологічних тестів, де ступінь наявності у випробуваного певної досліджуваної властивості оцінюється згідно з «ключем», що охоплює відповіді «повне так» та «скоріше так» [21, 22].

Відповіді також свідчать про незначну, але ж певну наявність досліджуваної властивості. При цьому невирішеними є питання агрегування спектру відповідей, хоч з урахуванням [23–26] можна побудувати схему (рис. 2), що дозволяє розв'язати зазначені проблеми.

Таким чином, проблему вдосконалення експертних оцінок та експертних процедур і необхідно вважати актуальною.

З результатів досліджень стає очевидною можливість вдосконалення експертного оцінювання шляхом застосування методів лінгвістичних змінних і нечіткої



Рис. 2. Ступінь прояву властивості залежно від відповіді респондента



математики. У цьому випадку будь-який бал шкали оцінювання є як окремий терм лінгвістичної змінної «рівень навчальних досягнень». Тоді шкала оцінювання формується за допомогою класифікаторів, модифікаторів і квантифікаторів за суворо визначеними правилами [28–30], що робить її науково обґрунтованою. Так, застосувавши лінгвістичну змінну «ступінь згоди з твердженням», складові якої подані на рис. 2, уявімо її у вигляді такої терм-множини (множини термінів, назв окремих складових):

$$T^M(C3T) = \overset{B_3}{\text{повне так}} + \overset{B_4}{\text{так}} (\overset{B_4}{\text{скоріше так}}) + \overset{B_3}{\text{складно відповісти}} + \overset{B_2}{\text{ні}} (\overset{B_2}{\text{скоріше ні}}) + \overset{B_1}{\text{повне ні}} \quad (1)$$

де «+» – позначка логічного підсумовування термінів.

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

$$T^M(MPB) = \overset{\tilde{R}_5}{\text{дуже висока}} + \overset{\tilde{R}_4}{\text{висока}} + \overset{\tilde{R}_3}{\text{як у більшості}} + \overset{\tilde{R}_2}{\text{низька}} + \overset{\tilde{R}_1}{\text{дуже низька}} \quad (2)$$

Застосовуючи методологію, отримано якісні характеристики для відомих шкал, що застосовуються у практиці експертної оцінки академічної успішності тих, хто навчається (табл. 1). Таким чином забезпечується ґрунтовна процедура фазифікації експертного оцінювання.

За даними табл. 1 відомі шкали експертного оцінювання знань у дидактиці подані ґрунтовно у вигляді терм-множин лінгвістичних змінних, однак вони мають яскраво виражений якісний лінгвістичний характер. Тому необхідно провести додаткові дослідження зі вдосконалення експертних процедур. У результаті аналізу праць [23–26; 31] встановлено, що вдосконалення методології експертного оцінювання та експертних процедур можливо провести шляхом привласнення кожному якісному балу шкали оцінювання коефіцієнта важливості (значущості, бажаності, «ваги», прийнятності) згідно зі схемою на рис. 3.

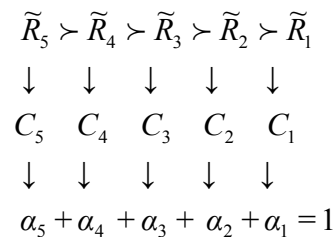


Рис. 3. Схема формування кількісних показників якісних бальних оцінок

З рис. 3 виходить, що якщо маємо шкалу оцінювання розмірністю n , то для визначення коефіцієнтів важливості (значущості) оцінок кожній i -тій з них потрібно поставити у відповідність певну цінність C_i і визначитися із загальною цінністю n оцінок

$$C = \sum_{i=1}^n C_i \quad (3)$$

Таблиця 1

Зіставлення якісних характеристик балів-термінів 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 у більшості)	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



та обчислити коефіцієнт «ваги» (важливості, бажаності) кожної з них:

$$\alpha_i = \frac{C_i}{C} \quad (4)$$

У цьому випадку коефіцієнти значущості оцінок є «зваженими», тому що виконуються умови:

$$0 \leq \alpha_i \leq 1, \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1. \quad (5)$$

Кожному терму було б доцільно поставити у відповідність не коефіцієнт важливості (бажаності), а функцію належності лінгвістичної змінної, що будується при аргументі – абсолютній 100-бальній шкалі показано у працях [28, 29]. У публікації йдеться про відсутність об'єктивного тестового контролю знань, де науково-педагогічний працівник оцінює рівні навчальних досягнень випробуваних, виходячи з досвіду навчально-виховної роботи та суб'єктивного уявлення про досягнуту академічну навченість.

Таким чином, оскільки величини C_i визначаються експертним шляхом, то, враховуючи, що особистісному мисленню притаманні порівняльні якісні (рангові), а не кількісні оцінки, метою цієї статті є розв'язання відповідної проблеми.

Розробка процедур дефаззифікації якісних оцінок бальних шкал. Враховуючи, з одного боку, що бали досліджуваних шкал оцінювання мають яскраво виражений якісний (ранговий) характер, а з іншого – вищезазначену особливість особистісного мислення, при виборі методу визначення коефіцієнтів значущості оцінок потрібно орієнтуватися на такі з них, що враховують вищезазначене.

З аналізу наукових джерел [28; 30; 33–35] виходить, що оскільки оцінки будь-якої бальної шкали суворо впорядковуються за бажаністю, то з множини методів визначення коефіцієнтів бажаності (важливості, «ваги», значущості) доцільно вибрати математичний метод розстановки пріоритетів, відомий як «задача про лідера» [20].

Розглянемо суть методу. Кожна оцінка \tilde{R}_i досліджуваної шкали оцінювання є вершиною деякого графа (рис. 4).

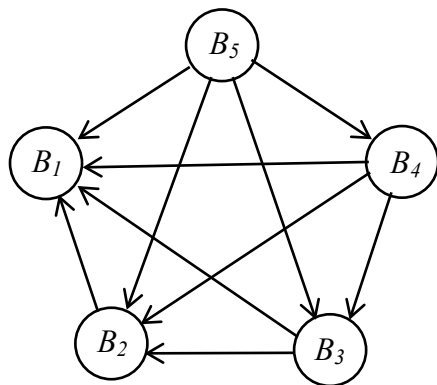


Рис. 4. Граф розстановки пріоритетів 5-бальної шкали оцінювання

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 наступний. 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:

$$c_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{якщо оцінка МПВ } \tilde{R}_i \text{ більш значуща,} \\ & \text{ніж } \tilde{R}_j : \tilde{R}_i \succ \tilde{R}_j \\ 0, & \text{якщо, навпаки, } \tilde{R}_i \prec \tilde{R}_j \end{cases} \quad (7)$$

Використовуючи процедури застосування методу розстановки пріоритетів, вводиться поняття ітерованої «цінності» порядку k оцінки \tilde{R}_j , що відображає досліджувану «цінність». Послідовно розв'язуючи матрицю квадратних порівнянь «цінностей (бажаностей)» оцінок (6), на кожній новій ітерації отримуються більш тонкі значення «цінності» і «ваги» оцінок досліджуваної бальної шкали (табл. 2).

Користуючись методом розстановки пріоритетів, обчислені та показані у табл. 3 коефіцієнти значущості оцінок відомих бальних шкал, що застосовуються у дидактиці.

Розглянемо ефективність отриманих результатів на прикладі.

Ті, хто навчаються, утворюють дві групи з однаковою кількістю учасників: експериментальну (ЕГ) і контрольну (КГ), а рівень навчальних досягнень представників груп в умовах відсутності об'єктивного тестового контролю оцінюється за 4-бальною шкалою («2», «3», «4», «5»). Зрозуміло, що, якщо сума балів за досягнений рівень навчальних досягнень членів ЕГ буде більшою, ніж у КГ:

$$\sum_{i=1}^n EG_i > \sum_{j=1}^n KG_j$$

де EG_i та KG_j – оцінки півня навчальних досягнень i -го та j -го представників відповідно ЕК і КГ, n – кількість членів групи), чи, навпаки

$$\left(\sum_{i=1}^n EG_i < \sum_{j=1}^n KG_j \right),$$

то можна зробити висновок про ефективність нової методики навчання, що пропонується. При цьому



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	
						$\sum C_{ij}$	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
	\sum					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
\sum	985	1	1776	1	3022	1	4920	1	7694	1	11584	1

Таблиця 3

Коефіцієнти значущості балів найбільш відомих оціночних 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
\sum	1	1	1	1	1	1



виникає питання щодо статистичної вірогідності різниці досягнутих рівнів навчальних досягнень, адже над балами, як було зазначено, неможливо проводити математичні перетворення. З іншого боку, цікавою

є ситуація, коли в обох групах отримано однакові результати, що ілюструється гіпотетичним прикладом на рис. 5.

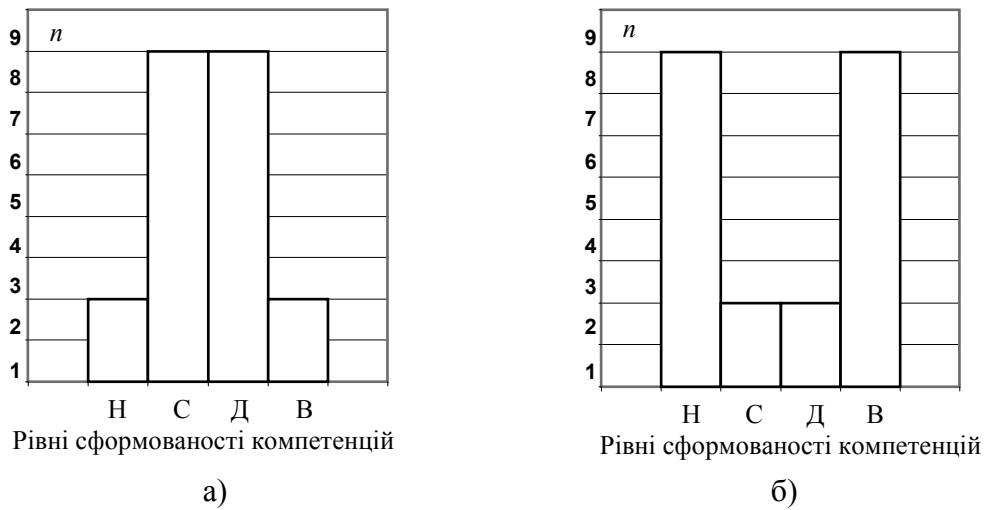


Рис. 5. Гістограми гіпотетичного уявлення ефективності формування рівнів певної компетентності тих, хто навчається, за оцінками 4-бальної шкали:

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. 5 виходить, що рівень навчальних досягнень в обох групах однаковий, оскільки

$$\sum_{i=1}^{n=20} \tilde{R}_i^{KG} = 2 \times n_{\tilde{R}_H}^{KG} + 8 \times n_{\tilde{R}_C}^{KG} + 8 \times n_{\tilde{R}_D}^{KG} + 2 \times n_{\tilde{R}_B}^{KG} = 2 \times 2 + 8 \times 3 + 8 \times 4 + 2 \times 5 = 70 \text{ балів}; \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^{n=20} \tilde{R}_j^{EG} = 8 \times n_{\tilde{R}_H}^{EG} + 2 \times n_{\tilde{R}_C}^{EG} + 2 \times n_{\tilde{R}_D}^{EG} + 8 \times n_{\tilde{R}_B}^{EG} = 8 \times 2 + 2 \times 3 + 2 \times 4 + 8 \times 5 = 70 \text{ балів}, \quad (9)$$

де $n_{\tilde{R}_k}^{KG}, n_{\tilde{R}_k}^{EG}$ – кількість представників відповідно КГ і ЕГ, які отримали \tilde{R}_q -ту оцінку рівня навчальних досягнень за 4-бальною шкалою.

У виразах (8), (9) замість величини бала врахувати коефіцієнти важливості оцінок 4-бальної шкали (граф 2 табл. 3), то отримуємо результат, що відрізняється від попередніх обчислень:

$$\sum_{i=1}^{n=20} \alpha_{\tilde{R}_q} n_i^{KG} = 0,9126 \times 2 + 0,0825 \times 8 + 0,0048 \times 8 + 0,0001 \times 2 = 2,5238; \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^{n=20} \alpha_{\tilde{R}_q} n_i^{EG} = 0,9126 \times 8 + 0,0825 \times 2 + 0,0048 \times 2 + 0,0001 \times 8 = 7,4762. \quad (11)$$

Таким чином, маємо, що узагальнені кількісні показники важливості оцінок представників ЕГ майже у 3 рази кращі за результати представників КГ. Тому, не звертаючись до процедур застосування t-критерію Стьюдента, можна зробити висновок про різницю рівнів навчальних досягнень в обох групах

Користуючись даними табл. 3, можна застосувати будь-які шкали для досліджень, здійснюючи над їхніми результатами математичні перетворення. Отже, запропоновану методику дефазифікації оцінок бальних шкал необхідно вважати ефективною.

Однак результати (8) (11) отримано у процесі розв'язання системного аналізу «однокрокової задачі прийняття рішень з векторним показником ефективності» [28; 30]. Реалізовано адитивний підхід, що припускає компенсацію малих і великих показників рівня навчальних досягнень. Тому, не зважаючи на популярність у дослідженнях гуманістичних систем, вважаємо, що доцільно застосовувати мультиплікативний підхід, що базується в дидактиці на шкалі бажаності Харрінгтона [37; 43; 44]:

$$PHD = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^m \alpha_{n_j}} \quad (12)$$

де α_{n_i} – коефіцієнт бажаності i -тої оцінки бальної шкали, що застосовується для оцінки знань; m – кількість оцінок.

Перевага мультиплікативного підходу (12) до отримання інтегрованої оцінки рівня навчальних



досягнень полягає у тому, що допускається не абсолютна, а відносна компенсація малих значень певних показників академічної успішності великими.

Як можна побачити, узагальнена функція бажаності задається як середнє геометричне частинних бажаностей (коефіцієнтів бажаності окремих оцінок). Це можна розглядати як зручну модель психологічної реакції дослідника при розв'язанні задач. Узагальнена функція бажаності є кількісним, однозначним, єдиним і універсальним показником якості досліджуваного об'єкта, а якщо додати такі властивості, як: адекватність, ефективність та статистична чутливість, стає зрозумілим, що її можна застосовувати в якості критерію оптимізації.

Таким чином, *уперше* в практиці застосування експертного оцінювання та експертних процедур комплексно розв'язано проблему фазифікації/дефазифікації оцінок більш розповсюджених бальних шкал, зокрема, 4-бальної, 5-бальної, 7-бальної (ECTS), 9-бальної (стенайнів), 10-бальної (стенів), 12-бальної, що відкрило перспективи для науково обгрунтованого статистичного аналізу рівня навчальних досягнень, у тому числі, застосування шкали бажаності Харрінгтона для отримання узагальної мультиплікативної оцінки рівня навченості, якій притаманна системна властивість емерджентності. Окремими результатами досліджень, що були отримані, необхідно вважати наступні.

Використані літературні джерела

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 278 с.
2. Анастаси А. Психологическое тестирование [Текст]: В 2-х кн. / А. Анастаси; Под ред. К. М. Гуревича, В. И. Лубовского. – Кн. 1. – М.: Педагогика, 1982. – 320 с.; Кн. 2. – М.: Педагогика, 1982. – 336 с.
3. Берж К. Теория графов и ее применение [Текст]: Пер. с франц. / К. Берж. – М.: ИЛ, 1962. – 320 с.
4. Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
5. Битинас Б. П. Многомерный анализ в педагогике и педагогической психологии [Текст] / Б. П. Битинас. – Вильнюс, 1971. – 347 с.
6. Блумберг В. А. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов [Текст] / В. А. Блумберг, В. Ф. Глушенко. – Л.: Лениздат, 1982. – 160 с.
7. Бурлачук Л. Ф. Словарь-справочник по психодиагностике [Текст] / Л. Ф. Бурлачук, С. М. Морозов. – К.: Наук. думка, 1989. – 200 с.
8. Гласс Дж. Статистические методы в педагогике и психологии [Текст] / Дж. Гласс, Дж. Стенли; Общ. ред. Ю. П. Адлера; Пер. с англ. Л. И. Харусовой. – М.: Прогресс, 1976. – 496 с.
9. Грабарь М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях: не-

1. Процедура фазифікації бальних оцінок реалізована шляхом формування для кожної шкали відповідної терм-множини лінгвістичної змінної шляхом застосування спеціально визначених кваліфікаторів, модифікаторів і квантифікаторів.

2. Оскільки терми шкал зазначених лінгвістичних змінних мають суворе підпорядкування, це дало змогу застосувати математичний метод розстановки пріоритетів для обчислення «зважених» коефіцієнтів бажаності (важливості, значущості, прийнятності) оцінок-балів досліджуваних шкал. Йдеться про проведення процедури дефазифікації якісних оцінок, що дає змогу виконувати математичні перетворення. Застосування 5-бальної шкали у психологічних дослідженнях та агрегована оцінка ступеня притаманності випробуваному певної властивості може бути отримана підсумовуванням коефіцієнтів значущості оцінок за кожною відповіддю.

3. Показано можливість визначення інтегральної оцінки рівня навчальних досягнень шляхом знаходження середнього геометричного коефіцієнтів бажаності бальних оцінок.

4. Подальші дослідження із вдосконалення експертного оцінювання та експертних процедур необхідно проводити у напрямі застосування коефіцієнтів значущості оцінок бальних шкал у методах теорії пізнання образів, адаптованих для визначення маргінальних думок експертів.

параметрические методы [Текст] / М. И. Грабарь, К. А. Краснянская. – М.: Высш. шк., 1988. – 264 с.

10. Грабарь М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях [Текст] / М. И. Грабарь, К. А. Краснянская. – М.: Педагогика, 1997. – 136 с.

11. Денисов А. А. Теория больших систем управления [Текст]: Учеб. пособ. / А. А. Денисов, Д. Н. Колесников. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 238 с.

12. Євтух М. Б. Математичне моделювання в психологічних та соціологічних дослідженнях [Текст]: Підручник / М. Б. Євтух, М. С. Кулік, Е. В. Лузік, Т. В. Ільїна. – К.: ТОВ «Інформаційні системи», 2012. – 428 с.

13. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика [Текст]: Пер. с нем. / К. Ингенкамп. – М.: Педагогика, 1991. – 240 с.

14. Ительсон Л. Б. Математические и кибернетические методы в педагогике [Текст] / Л. Б. Ительсон. – М.: Просвещение, 1964. – 268 с.

15. Камишин В. В. Системология неопределенности людського чиннику у навчально-виховному процесі [Текст] / В. В. Камишин, К. Д. Гуляев // Моделювання особистісно-розвивального середовища обдарованої дитини: Матеріали всеукраїнської конференції, 11–12 жовтня 2011 р., Київ. – К.: Інститут обдарованої дитини, 2011. – С. 190–206.



16. *Камишин В. В.* Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу: Монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. – К.: ІОД НАПН України, 2012. – 270 с.
17. *Камишин В. В.* Совершенствование шкалы Харрингтона для интегральной оценки академической одаренности / В. В. Камишин, А. Н. Рева // Обдаровані діти – інтелектуальний потенціал держави: М-ли Міжнар. наук.-практ. конф., 26–30 вересня 2013 р., смт. Гаспра, АР Крим. – К.: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2013. – С. 23–33.
18. *Котик М. А.* Психология и безопасность [Текст] / М. А. Котик. – Таллин: Валгус, 1989. – 408 с.
19. *Марченко Е. К.* Методы кваліметрии в педагогике [Текст] / Е. К. Марченко. – М.: Знание, 1979. – 33 с.
20. *Михеев В. И.* Моделирование и методы теории измерений в педагогике [Текст] / В. И. Михеев. – М.: Высшая школа, 1987. – 200 с.
21. *Орлов А. И.* Организационно-экономическое моделирование. Экспертные оценки: Учеб. в 3 ч. – М.: Изд-во МГУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – Ч. 2. Экспертные оценки. – 2011. – 486 с.
22. *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: Збірник наукових статей Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. – Вип. LXII. – К.: КПУ імені М. П. Драгоманова, 2006. – С. 40–55.
23. *Рева О. М.* До основ системного аналізу в педагогії: класифікаційні ознаки задач прийняття рішень в начально-виховному процесі [Текст] / О. М. Рева, С. О. Дудник, О. В. Сіроштан // Проблеми освіти: науково-методичний збірник. – К.: ІТЗО МОН України, 2007. – Вип. 53. – С. 68–75.
24. *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: Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – Тематич. вип. № 1. – К.: Гнозис, 2009. – С. 358–367. – (Сер. Соціологія. Психологія. Педагогіка).
25. *Рева О. М.* Проблеми кваліметрії і порівняння компетентності студентів / О. М. Рева, О. В. Тімець, В. В. Федієнко // Географія та екологія: наука і освіта: М-ли III Всеукр. наук.-практ. конф., 15–16 квітня 2010 р., м. Умань. – Умань: Сочінський, 2010. – С. 223–227.
26. *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: М-ли II Міжнар. наук. конф. (ЛЧТС), 2–3 червня 2010 р., м. Київ. – К., 2010. – С. 51–52.
27. *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. – Вип. 14. – К.: ІОД НАПН України, 2010. – С. 88–101.
28. *Рева О. М.* Процедура фазифікації / дефазифікації балів шкал оцінювання / О. М. Рева, В. В. Камишин, Л. М. Макаренко, О. М. Медведенко // Електроніка та системи управління: Науковий журнал. – К.: НАУ, 2012. – № 3 (33). – С. 53–62.
29. *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.
30. *Рева О. М.* Однокрокові методи рішення задач з векторним показником ефективності [Текст]: Метод. вказівки з курсу «Основи теорії прийняття рішень» / О. М. Рева. – Кіровоград: ДІАУ, 1996. – 23 с.
31. *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. ж. – К.: Деміур, 2004. – № 12. – С. 63–66.
32. *Розенберг Н. М.* Проблеми измерений в дидактике [Текст] / Н. М. Розенберг; Под ред. Д. А. Сметанина. – К.: Вища школа, 1979. – 175 с.
33. *Сіроштан О. В.* Система мотивів учасників навчально-виховного процесу [Текст] / О. В. Сіроштан // Наукові праці академії: Зб. наук. пр. – Кіровоград: ДІАУ, 2006. – Вип. XI. – С. 310–317.
34. *Симонов П. В.* Теория отражения и психофизиология эмоций [Текст] / П. В. Симонов. – М.: Наука, 1970. – 131 с.
35. *Супес П.* Основы теории измерений [Текст] / П. Супес, Р. Зинес // Психологические измерения. – М.: Мир, 1967. – С. 9–110.
36. *Трофімов Ю. Л.* Психологія: Підручник / Ю. Л. Трофімов, В. В. Рибалка, П. А. Гончарук та ін.; За ред. чл.-кор. АПН України Ю. Л. Трофімова. – К.: Либідь, 2005. – 560 с.