

УДК 378.147: 621.391

В.Є. Козлов, В.Т. Оленченко, І.О. Юзьков

Академія внутрішніх військ МВС України, Харків

МОДЕЛЬ ПОДАННЯ ОЦІННИХ ФУНКЦІЙ ВИКЛАДАЧА

Розглянуто питання використання імовірнісно-інформаційного підходу до оцінювання знань, умінь та навичок тих, хто навчається, в освітнянській діяльності з метою співставлення оцінок, отриманих за різними шкалами при тестовому та традиційному контролях. Наведені формули для розрахунку оцінок за будь-якою шкалою, а також номограми для переведення оцінок із однієї шкали до іншої.

Ключові слова: інформаційні технології, освітнянська діяльність, оцінювання, шкали.

Вступ

Аналіз публікацій та постановка проблеми. Основу автоматизованої системи управління (АСУ) вищим навчальним закладом (ВНЗ), побудованої на базі методів кібернетичної педагогіки [1, 2], складають моделі професійних знань викладачів і моделі подання оцінних функцій викладачів [3], які забезпечують можливість управління когнітивною діяльністю тих, хто навчається (далі, для спрощення, учнів). Діагностичні процедури, які застосовуються в процесі опитування або тестування учнів на різних рівнях контролю, використовують різноманітні шкали. Перелік публікацій, присвячених опису й методиці застосування таких шкал, а також способам обробки результатів діагностування, достатньо великий, щоб бути переліченим у межах цієї статті. Загальним їх недоліком є неможливість прямого співставлення отриманих результатів.

Мета статті – запропонувати один із варіантів узагальнення відомих підходів у вигляді моделі подання оцінних функцій викладача, придатної для реалізації з використанням сучасних інформаційних технологій.

Виклад основного матеріалу

У [4, 5] без зайвого теоретизування розглянуто кваліметричний підхід щодо використання шкал порядку в освітнянській діяльності та зроблена спроба співставлення результатів оцінювання знань, умінь та навичок учнів за національною чотирьохбальною (яку в багатьох публікаціях помилково називають п'ятибальною), десятибальною, дванадцятибальною (а вірніше – тринадцятибальною), рейтинговою стобальною шкалами та ECTS-шкалою. До речі, в деяких джерелах початком відліку для стобальної шкали вказаний нуль, що робить цю шкалу стооднобальною. Питання застосування згаданих шкал при традиційному та тестовому контролях при цьому не розділялись. Проблему співставлення можна вирішити, якщо застосувати імовірнісно-інформаційний підхід, сутність якого така.

Відомо, що мірою інформаційної невизначеності є імовірність деякого розподілу P для отримувача інформації, який виходить із гіпотези, що цей розподіл Q [7, с. 408-410]:

$$N(P, Q) = -\sum_i p_i \log q_i.$$

Інформаційна ентропія

$$H = N(P = Q) = -\sum_i p_i \log p_i$$

при умові

$$\sum_i p_i = 1.$$

Значення $H = 0$, якщо будь-яке $p_i = 1$, а інші дорівнюють нулю, тобто невизначеність в інформації відсутня. Найбільше значення ентропія приймає, коли p_i між собою рівні (розподіл P рівноімовірнісний, або, іншими словами, рівномірний), тобто невизначеність інформації максимальна.

При оцінюванні якості засвоєння учнем інформації деяких тем, розділів або навчальної дисципліни в цілому викладач інтуїтивно оцінює частку “повернутої” йому при відповіді інформації. Для цього йому не обов'язково проводити опитування по всьому матеріалу. Правильна відповідь на одне, припустимо, із чотирьох заданих рівноцінних запитань (рівномірний розподіл) означає, що учень “повернув” одну четверту частку отриманої інформації (зменшив на чверть інформаційну ентропію). При неправильних (неточних) відповідях для уточнення оцінки викладач задає додаткові запитання, накопичує отриману інформацію, тобто фактично оцінює інформаційну ентропію. Такий процес опитування аналогічний дихотомічному підходу при окомірному вимірюванні: перше порівняння з еталоном при половинному поділі дає грубу оцінку (похибка складає половину еталону), при наступних порівняннях похибка зменшується вдвічі на кожному кроці порівняння ($1/4, 1/8, \dots, 1/2^n, \dots$). При вірних відповідях на всі запитання доцільно припустити, що учень “повернув” всю отриману інформацію (інформаційна ентропія $H \approx 0$). Оскільки ентропійна

оцінка знань незвична для педагогічної практики, тому викладачу доречно в цьому випадку виставити максимально передбачений застосовуваною шкалою оцінювання бал – п'ять, десять, дванадцять або сто.

Викладене дозволяє перейти до деяких узагальнень.

Позначимо через q частку повернутої на n -му кроці опитування (порівняння) інформації від загального її обсягу Q .

При умові вірної відповіді на кожне запитання відбувається накопичення корисної інформації. Тоді для довільного n -го кроку опитування можна записати вираз для визначення кількості накопиченої інформації:

$$q \cdot Q = 1 - 1/2^n = (2^n - 1)/2^n, \quad (1)$$

а для останнього N -го кроку, коли інформація буде повернута у повному обсязі ($q = 1$),

$$1 \cdot Q = 1 - 1/2^N = (2^N - 1)/2^N. \quad (2)$$

Поділ (1) на (2) дає

$$q \cdot Q / 1 \cdot Q = [(2^n - 1)/2^n] \cdot [2^N / (2^N - 1)] = q. \quad (3)$$

Позначимо другий співмножник виразу (3) як

$$k = 2^N / (2^N - 1), \quad (4)$$

тоді (3) можна переписати як

$$q = k \cdot (2^n - 1) / 2^n. \quad (5)$$

Виконаємо перетворення:

$$2^n \cdot q = k \cdot (2^n - 1); \quad 2^n \cdot q - 2^n \cdot k = -k; \quad (6)$$

$$2^n \cdot (q - k) = -k; \quad 2^n = -k / (q - k).$$

Прологарифмуємо (6) по основі 2:

$$\log_2 2^n = \log_2 [-k / (q - k)].$$

Остаточно можна записати вираз для визначення відповідного кроку опитування (у шкалі з початком відліку в нулі), в залежності від частки повернутої інформації

$$n = \log_2 [-k / (q - k)]. \quad (7)$$

Для національної чотирибальної шкали з максимальним значенням балу 5 і початком відліку 2 довжина (кількість інтервалів) шкали $N = 3$, із виразу (4) $k = 8/7$, і формула для визначення оцінки має вигляд:

$$O_4 = 2 + \log_2 [-8 / (7q - 8)]. \quad (8)$$

Графік залежності O_4 від q наведений на рис. 1. Перехід до оцінювання у чотирибальній шкалі з точки зору розглянутого вище імовірно-інформаційного підходу фактично означає перехід до оцінювання за шкалою інтервалів (ШІ), яка має початкову відмітку 2 (їй відповідає відсутність повернутої інформації, $N = 1$) та кінцеву відмітку 5 (інформація повернута у повному обсязі, $N = 0$), а одиниця вимірювань може бути встановлена виходячи з умови потрібної точності результату (такий прийом в метрології має назву «метод ноніуса» [8]). Наприклад, якщо при записі результату оцінювання залишити дві цифри після коми (ноніус до 1/100), то абсолютна похибка запису не перевищить $\pm 0,010$.

З числами, отриманими за ШІ, можна здійснювати операції порівняння і всі арифметичні операції.

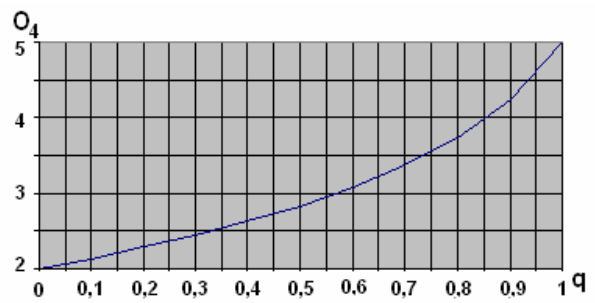


Рис. 1. Залежність оцінки від частки правильних відповідей

Формула (8) і наведений на рис. 1 графік прийнятні для оцінювання результатів тестування. Наприклад, якщо на 7 рівноцінних запитань було надано 4 вірних відповіді, що відповідає значенню $q = 4/7 \approx 0,57$, то оцінка $O_4 \approx 3,00$; якщо вірних відповідей 5, то $q = 5/7 \approx 0,71$, а оцінка $O_4 \approx 3,40$.

На рис. 2 наведена залежність O_4 від q з нанесеними прямокутниками, які виділяють діапазони часток повернутої інформації 0-0,35; 0,35-0,60; 0,60-0,66; 0,66-0,75; 0,75-0,90; 0,90-0,95; 0,95-1 (їм відповідають значення для стобальної рейтингової шкали – 0-35, 35-60 і т.д. – так, якби вздовж осі q нанесені значення не в частках, а в відсотках) та оцінок ECTS-шкали. Порівняння цього рисунка з рис. 1 [5] показує їх практичну збіжність. Практично співпадають також усереднені оцінки за національною шкалою (НШ) та ECTS-шкалою, як показано в табл. 1 (для рейтингової шкали (РШ) наведені кінцеві значення для діапазону оцінок). Це дає змогу припустити, що в основу системи стобального рейтингового оцінювання покладена концепція імовірно-інформаційного підходу.

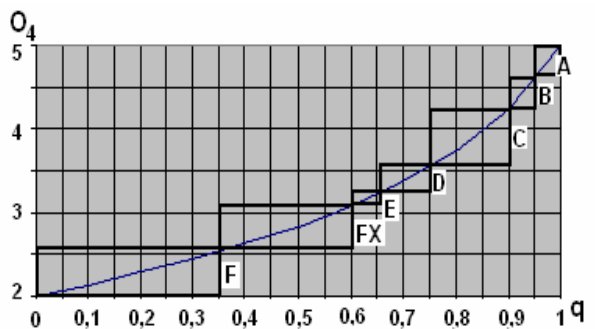


Рис. 2. Залежність оцінки НШ та ECTS-оцінок від частки правильних відповідей

Таблиця 1

Співвідношення оцінок

ECTS	F	FX	E	D	C	B	A
РШ	35	60	66	75	90	95	100
НШ	2,53	3,07	3,24	3,54	4,23	4,57	5,00

На рис. 3 наведена залежність O_4 від q з виділеними темним кольором прямокутниками, які уточнюють положення оцінок ECTS-шкали та відповіді

дних їм усереднених оцінок за НШ (табл. 2).

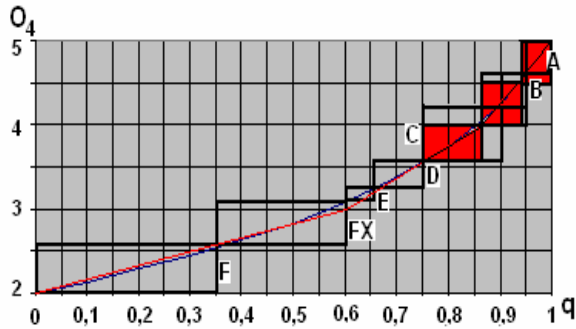


Рис. 3. Уточнена залежність оцінки НШ та ECTS-оцінок від частки правильних відповідей

Таблиця 2

Уточнене співвідношення оцінок

ECTS	F	FX	E	D	C	B	A
РШ	35	57	66	75	86	94	100
НШ	2,53	3,00	3,24	3,54	4,00	4,50	5,00

Для будь-якої L-бальної шкали

$$O_L = N_n + \log_2[-2^N / ((2^N - 1)q - 2^N)] \quad (9)$$

де N_n – початкова відмітка шкали; $N = N_k - N_n$ – довжина шкали; $q = 0 \dots 1$ – частка повернутої учнем інформації; $L = N + 1$.

Наприклад, формули для розрахунку оцінок за десяти- та дванадцятибальною шкалами:

$$O_{10} = 1 + \log_2[-512 / (511q - 512)]; \quad (10)$$

$$O_{13} = \log_2[-8192 / (8191q - 8192)]. \quad (11)$$

На рис. 4 наведена номограма, яка «зв’язує» оцінки чотирьох-, десяти та дванадцятибальних шкал.

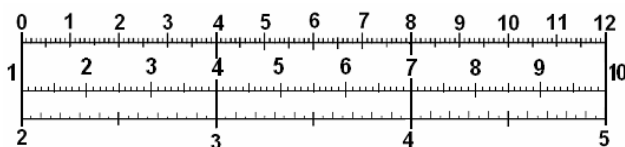


Рис. 4. Лінеаризована залежність оцінок чотирьох-, десяти- та дванадцятибальної шкал

При перетвореннях шкал значення середньої величини, отриманих за кожної із них, очевидно, змінюється, але висновки про те, для якої сукупності балів середнє більше, а для якої – менше, не змінюються. Це відповідає вимогам інваріантності, прийнятим як основні в теорії вимірювань [9].

Перехід від чотир-, десяти-, дванадцятибальної або будь-якої іншої шкали порядку до рейтингової шкали та ECTS-шкали (і навпаки) можна здійснити через національну усереднену чотирибальну шкалу (НУШ) в припущенні їх лінійного зв’язку з використанням трьох відрізків: 0-60, 60-86, 86-100 (див. рис. 5 і табл. 3).

На шкалі ШІ номограми (рис. 5) відкладається дробова частина усередненої оцінки (УО), на відпо-

відній шкалі (для 2,XX – ШІ2, для 3,XX – ШІ3, для 4,XX – ШІ4) визначається рейтинг. Наприклад, для усередненої оцінки 2,39 рейтинг складає 24, для 3,39 – 70, для 4,39 – 92.

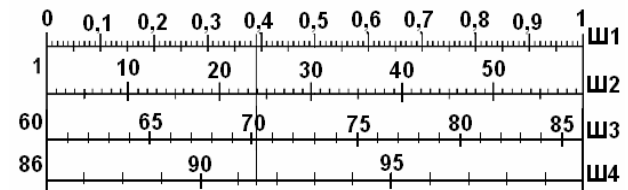


Рис. 5. Лінеаризована залежність оцінок чотирьохбальної усередненої та рейтингової шкал

Таблиця 3

Усереднене співвідношення оцінок

ECTS	F	FX	E	D	C	B	A
РШ	35	60	66	75	86	93	100
НШ	2,58	3,00	3,23	3,58	4,00	4,50	5,00

Для порівняння, з рис. 3 [5], 2,39 – 24, 3,39 – 72, 4,39 – 94, тобто похибка перерахунку до РШ за лінеаризованою номограмою (рис. 5) не перевищує двох балів.

На рис. 6 наведені похибки лінеаризації.

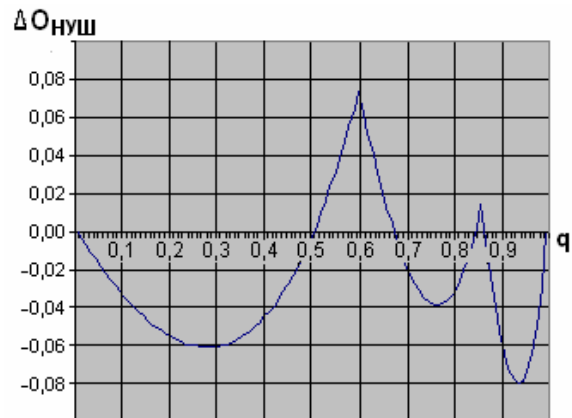


Рис. 6. Похибки лінеаризації

За результатами розрахунків:

- максимальне значення складає 0,07400;
- мінімальне – -0,07973;
- середнє арифметичне – -0,02583;
- стандартне відхилення – 0,03466.

Висновки

1. Імовірно-інформаційний підхід при тестовому оцінюванні фактично забезпечує перехід від шкали порядку до шкали інтервалів, що визначає можливість застосування для обробки результатів оцінювання імовірно-статистичних алгоритмів і методів [9]. Зокрема, при незалежному оцінюванні учня декількома викладачами або при рейтинговому оцінюванні будь-якого рівня усереднену оцінку можна визначити як середнє арифметичне в припу-

щені рівноточності накопичених оцінок. У протилежному випадку (при деяких умовах [с. 120, 10]) оцінку можна визначити як

$$\bar{O} = \frac{\sum_{i=1}^n O_i k_i}{\sum_{i=1}^n k_i}, \quad (12)$$

де O_i – усереднена або рейтингова оцінка i -го викладача; $k_i = 1/D_i$ – ваговий коефіцієнт i -го викладача; D_i – дисперсія оцінок i -го викладача; n – кількість викладачів.

До використання формули (12) треба підходити досить обережно, оскільки, якщо розподіл випадкової величини не є нормальним, то дисперсія середнього арифметичного може значно зрости, а дисперсія медіанного значення не зміниться [9, 10];

2. Збирання та накопичення усереднених оцінок (дробових, на відміну від прийнятих цілих), а також аналіз отриманих даних за методами кваліметрії дозволяє вирішувати завдання контролю (діагностування й прогнозування стану учня, оцінювання достовірності контролю) та оцінити якість навчання [9 – 11].

3. При тестовому оцінюванні знань учнів сім тестових завдань забезпечать абсолютну похибку оцінки, яка не перевищує 0,01 ($\Delta = 1/2^7 = 1/128$). Це не означає, що кількість питань доцільно обмежувати. Навпаки, різна кількість питань тесту урізноманітнює оцінки за НУШ.

4. Використання усереднених оцінок за чотирихальною шкалою при обробці результатів будь-якого оцінювання забезпечує можливість застосування алгоритмів і методів, розроблених для результатів спостережень із простору довільного виду [9].

5. Викладене вище може служити моделлю оцінних функцій викладача, яку можна використовувати як із застосуванням інформаційних технологій, так і в традиційний спосіб.

Список літератури

1. Метешкин К.А. Кибернетическая педагогика: теоретические основы управления образованием на базе интегрированного интеллекта: монография / К.А. Метешкин. – Х.: Международный славянский университет, 2001. – 400 с.
2. Юзьков І.О. Інновації в системі підготовки фахівців у вищих навчальних закладах Міністерства внутрішніх справ України / І.О. Юзьков, К.О. Метешкин, О.С. Раковська-Бахмакова // Честь і закон. – 2006. – № 2. – С. 35-39.
3. Метешкин К.О. Інтелектуальні інформаційні технології у процесі підготовки спеціалістів / К.О. Метешкин, В.С. Козлов, І.О. Юзьков // Вісник МСУ, технічні науки. – 2006. – Т. IX, № 1. – С. 22-25.
4. Козлов В.С. Концептуальна модель викладача військового вищого навчального закладу / В.С. Козлов, К.О. Метешкин, І.О. Юзьков // Честь і закон. – 2007. – № 2. – С. 53-56.
5. Метешкин К.О. Кваліметричний підхід до оцінювання знань, умінь та навичок тих, хто навчається / К.О. Метешкин, Ю.П. Белокурський, В.С. Козлов, І.О. Юзьков // Вісник МСУ: технічні науки. – Х.: Міжнародний Слов'янський університет, 2008. – Т. 11, № 1. – С. 50-53.
6. Морозов О.О. Болонський процес – достоїнства й вади / О.О. Морозов, Ю.П. Белокурський, В.С. Козлов, К.О. Метешкин // Науково-методичний збірник. – Х.: Академія ВВ МВС України, 2008. – Вип. 23. – С. 3-9.
7. Энциклопедия кибернетики в 2-х томах. Т. 1. – К.: Укр. сов. Энциклопедия, 1974. – 612 с.
8. Шабалин С.А. Прикладная метрология в вопросах и ответах / С.А. Шабалин. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 192 с.
9. Орлов А.И. Эконометрика / А.И. Орлов. – М.: Экзамен, 2002. – 442 с.
10. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Высш. шк., 1998. – 576 с.
11. Шишкин И.Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством / И.Ф. Шишкин. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 342 с.

Надійшла до редколегії 17.09.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.О. Морозов, Академія внутрішніх військ МВС України, Харків.

МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ ОЦЕНИВАНИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

В.Е. Козлов, В.Т. Оленченко, И.А. Юзьков

Рассмотрен вопрос использования вероятностно-информационного подхода к оцениванию знаний, умений и навыков учащихся в просветительской деятельности с целью сопоставления оценок, полученных по разным шкалам при тестовом и традиционном контроле. Приведены формулы для расчета оценок по любой шкале, а также номограммы для перевода оценок из одной шкалы к другой.

Ключевые слова: информационные технологии, просветительская деятельность, оценивание, шкалы.

MODEL OF PRESENTATION OF FUNCTIONS OF EVALUATION OF TEACHER

V.E. Kozlov, V.T. Olenchenko, I.A. Juzkov

The question of taking probabilistic-informative approach is considered to the evaluation of knowledges, abilities and skills of studying in elucidative activity with the purpose of comparison of estimations, got on different scales at test and traditional controls. Formulas are resulted for the calculation of estimations on any scale, and also номограммы for the translation of estimations from one scale to other.

Keywords: technologies of informations, elucidative activity, evaluation, scales.