

УДК 621.317



В. С. Козлов



Ю. В. Козлов

## МЕТОД ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ПЕДАГОГІЧНОЇ КВАЛІМЕТРІЇ

У статті узагальнено результати досліджень і досвід діяльності щодо вирішення завдань педагогічної кваліметрії з використанням декількох різновидів чотирибальної шкали порядку для експертного оцінювання і побудови рейтингових списків суб'єктів навчання.

*К л ю ч о в і с л о в а:* кваліметрія, експертне оцінювання, педагогічна діяльність.

**Постановка проблеми та аналіз публікацій.** У процесі експертних вимірювань зазвичай задіяні один або декілька (група) експертів – операторів вимірювальних приладів (у випадку технічних або інших вимірювань), експертів у галузі загальної кваліметрії (у разі кількісного оцінювання якості продукції), суддів (у судовій практиці), науково-педагогічних працівників (у педагогічній кваліметрії) [1, 2, 3]. В останньому випадку для визначення рівня засвоєння знань, умінь та навичок у закладі вищої освіти (ЗВО) використовують різноманітні шкали порядку: чотирибальну, десятибальну, дванадцятибальну, двадцятибальну, двохсотбальну, а також рейтингову стобальну шкалу (РСШ) і відповідну їй ECTS шкалу та їх різновиди, прийняті у деяких ЗВО України [4], включаючи ЗВО авторів. У таблиці 1 показано оцінки у балах, декларовані у рамках Болонського процесу і втілені у практику закладів вищої освіти.

Т а б л и ц я 1

Відповідність деяких шкал педагогічної кваліметрії

Оцінка за чотирибальною шкалою	Оцінка ECTS	Оцінки за стобальною шкалою	
		декларовані	втілені
Відмінно	A	94–100	81–100
Добре	B	86–94	74–89
	C	74–86	61–75
Задовільно	D	67–74	50–74
	E	57–67	35–60
Незадовільно	FX	34–57	22–59
	F	0–34	0–34

Очевидно, що відсутність чітких критеріїв, які прив'язують кожний бал, а не діапазон балів (як у РСШ), до змісту відповіді суб'єкта навчання (СН) на конкретне запитання або низку запитань, віддає право визначення оцінки на відкуп експертам-викладачам, що породжує волонтаризм у визначенні оцінок та обумовлює їх суб'єктивність. Інші недоліки існуючих систем оцінювання обумовлені їх різноманітністю, пов'язаним, в основному, з потребою збільшення довжини шкали (розширення діапазону) з метою поліпшення якості розрізнення СН. Це обумовлює актуальність анотованого у назві статті питання та її мету – визначити недоліки методичного апарату оцінювання в педагогічній кваліметрії та запропонувати шляхи їх усунення.

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз текстових та електронних законодавчих, нормативних, літературних і довідкових джерел [1, 5–11] дає змогу вважати прийнятними для подальших міркувань такі узагальнені (автентичні або аналогічні запозиченим із першоджерел) визначення і терміни.

Шкала (вимірювання) – відображення множини різних проявів якісної чи кількісної властивості на прийнятну за угодою впорядковану множину чисел чи іншу систему логічно пов'язаних знаків, наприклад, множина балів оцінки стану об'єкта порівняння – суб'єкта навчання.

Зауважимо, що у цьому сенсі мають право на життя такі визначення шкали: лінійка або таблиця з поділками, що слугують для вимірювання; низка величин, цифр у висхідному або низхідному порядку.

Шкалірування – метод присвоєння як числових, так і нечислових значень окремим атрибутам деякої системи за допомогою шкал.

Декілька зауважень.

1. Процедура, визначена терміном “вимірювання”, за смислом аналогічна процедурі оцінювання, результатами є відповідно значення величини або оцінка властивості, отримані шляхом вимірювання.

2. У шкалах порядку за результат вимірювання можна прийняти медіану результатів низки спостережень, але не можна приймати середнє арифметичне значення.

3. Термін “одиниця вимірювань” не має сенсу для шкал порядку. Його понятійний аналог – поділка шкали – відстань між двома сусідніми з впорядкованої множини чисел або іншої системи логічно пов'язаними знаками (позначками).

Імовірно-інформаційний підхід [12] дозволив отримати вираз для визначення оцінки будь-якої L-бальної логарифмічної шкали з основою “два” (оскільки процедура оцінювання дихотомічна):

$$Q_L = N_n + \log_2 \{ -2^N / [(2^N - 1)q - 2^N] \}, \quad (1)$$

де  $N_n$  – початкова відмітка шкали;  $N = N_k - N_n$  – довжина шкали;  $N_k$  – кінцева відмітка шкали;  $q = 0 \dots 1$  – частка повернутої об'єктом контролю (див. зауваження 1 та 2) інформації.

Аналогічні розсуди наведено у випадково знайденій публікації невизначеного автора [13], в якій розглянуто п'ятибальну шкалу із застосуванням десяткового логарифма.

Вираз (1) дозволяє вирішити проблему порівняння оцінок, отриманих за різними шкалами. Наприклад, формула для розрахунку оцінок за логарифмічною чотирибальною шкалою (ЛЧШ) має такий вигляд:

$$Q_{\text{ЛЧШ}} = 2 + \log_2 [-8 / (7q - 8)]. \quad (2)$$

На рис. 1 наведені результати розрахунку оцінок ЛЧШ. Прямокутниками виділені діапазони часток повернутої інформації  $0 \dots 0,35$ ;  $0,35 \dots 0,60$ ;  $0,60 \dots 0,66$ ;  $0,66 \dots 0,75$ ;  $0,75 \dots 0,90$ ;  $0,90 \dots 0,95$ ;  $0,95 \dots 1,00$  (ім відповідають значення для стобальної рейтингової шкали:  $0 \dots 35$ ,  $35 \dots 60$  і т. д. – так, ніби вздовж осі  $q$  нанесені значення не в частках, а у відсотках), що відповідають оцінкам ECTS-шкали. Це дає змогу припустити, що в основу системи стобального рейтингового оцінювання покладена концепція ймовірно-інформаційного підходу.

Легко перевірити, що при  $q = 0$  (СН не відповів на жодне запитання)  $Q_{\text{ЛЧШ}} = 2,00$ , оцінка за рейтинговою стобальною шкалою  $Q_{\text{РСШ}} = 0$ , за шкалою ECTS  $Q_{\text{ECTS}} \sim F$ ; при  $q = 1$  (СН правильно відповів на всі запитання)  $Q_{\text{ЛЧШ}} = 5,00$ ;  $Q_{\text{РСШ}} = 100$ ;  $Q_{\text{ECTS}} \sim A$ . Якщо на 7 рівноважних запитань було надано 4 вірних відповіді, значення  $q = 4/7 \approx 0,57$ ;  $Q_{\text{ЛЧШ}} \approx 3,00$ ;  $Q_{\text{РСШ}} = 57$ ;  $Q_{\text{ECTS}} \sim E$ . Якщо вірних відповідей 5, то  $q = 5/7 \approx 0,71$ ;  $Q_{\text{ЛЧШ}} \approx 3,40$ ;  $Q_{\text{ECTS}} \sim D$ .

Розраховані за формулою (1) оцінки логарифмічних дво-, три-, чотири-, восьми-, десяти- і дванадцятибальних шкал, початок яких суміщений з нулем, наведені на рис 2.

Аналіз кривих показує, що розкид значень оцінок збільшується зі збільшенням довжини шкали, особливо різко при  $q > 0,8$ . Логічно припустити, що використання чотирибальної шкали як основної для оцінювання буде виправданим.

Встановлення поділки шкали як одиниці вимірювання (див. зауваження 3), виходячи з умови отримання потрібної розрізнювальної здатності, в метрології має назву “метод ноніуса” [14]. Ноніус  $1/100$  означає, що у записі результату оцінювання залишають дві цифри після коми. Абсолютна похибка при цьому не перевищить  $\pm 0,010$ . Таку шкалу назовемо удосконаленою чотирибальною шкалою (УЧШ). У межах заданих інтервалів кількість градацій збільшується на два порядки.

Модель подання оцінних функцій викладача, базована на інформаційно-ймовірнісному підході [6], дозволяє порівнювати оцінки, отримані за будь-якою зі шкал порядку. До того ж вона чітко прив'язує одну до одної оцінки за чотирибальними та стобальною шкалами і шкалою ECTS [12, 15].

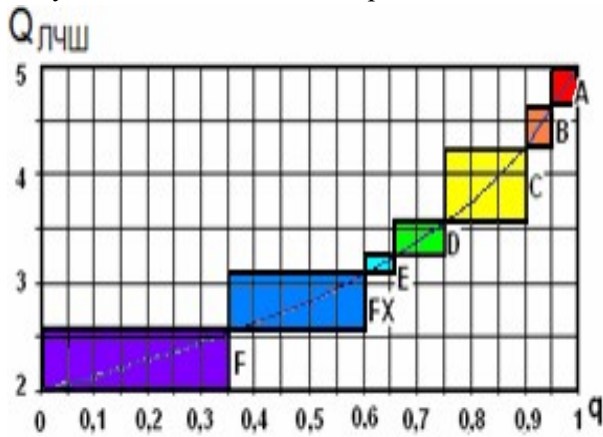


Рис. 1. Графік залежності  $Q_{ЛЧШ} = f(q)$



Рис. 2. Графік залежності  $Q_N = f(q)$

Використання ЛЧШ передбачає оцінювання значення  $q$  як результату підрахунку в абсолютній шкалі кількості вірних відповідей на запитання, правильно виконаних завдань або розв'язаних задач, віднесених до їх (запитань, завдань, задач) загальної кількості. Контроль може бути усним, тестовим, у вигляді письмового опитування або контрольної роботи тощо.

Подання результатів контролю у стобальній або ECTS шкалах можливе за умови вираження значення  $q$  у відсотках, тобто  $Q_{РСШ} = q \cdot 100$ .

Оцінки чотирибальної шкали (ЧШ) “відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно” свідчать про її нечисловий характер. Бали за результатами контролю виставляють експерти (викладач або група викладачів) як відповідь (судження) на запитання (твердження) типу “Відповідає чи ні зміст відповіді смислу запитання?” (табл. 2).

Т а б л и ц я 2

Відповідність суджень балам шкали оцінювання	
Судження	Бал
Так	5
Скоріше так, чим ні	4
Скоріше ні, чим так	3
Ні	2

Удосконалену чотирибальну шкалу застосовують аналогічним чином. Додатковою є можливість використовувати оцінки типу  $2^+$  або  $4^-$ , які при обробленні замінюють на 2,33 або 3,66 відповідно.

Кінцевий результат контролю за декількома запитаннями, завданнями, задачами тощо – середнє арифметичне значення (на відміну від зауваження 2). Для вузьких шкал це не суперечить теорії [16].

Чотирибальна, десятибальна, дванадцятибальна шкали педагогічної кваліметрії лінійні і зв'язок між ними легко встановлюється завдяки так звані реперним точкам 0-1-2, 4-4-3, 8-7-4, 12-10-5 відповідно, як показано на графічній номограмі рис. 3 [17].

Оскільки ЧШ є лінійною, то безпосереднє отримання оцінок у стобальній та ECTS шкалах призведе до значних похибок, особливо праворуч від середини всього інтервалу ( $q > 0,57$ ). Якщо лінеаризувати ЛЧШ, апроксимувавши її трьома прямими у діапазонах значень  $q$ :  $0 \dots 0,57$ ;  $0,57 \dots 0,86$ ;  $0,86 \dots 1$ , то похибки  $\Delta Q_{ЧШ}$  у частках бала зменшаться більше ніж на порядок.

Остаточні результати можна отримати за графічною номограмою (див. рис. 3), додавши поправки до балів РСШ (див. табл. 3); оцінки 0, 1 та в діапазонах 56...67, 79...90 поправок не потребують.

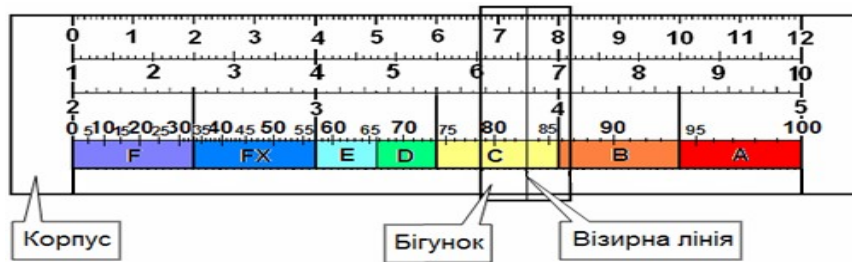


Рис. 3. Зіставлення оцінок різних шкал педагогічної кваліметрії

Т а б л и ц я 3

Поправки до оцінок РСШ

Діапазон СШ	2–5, 53–55, 68–69, 76–78, 91–96	6–9, 50–52, 70–75	10–15, 44–49	16–19, 38–43	20 – 37
Поправка	1	2	3	4	5

На рис. 3 візором зафіксована оцінка  $Q_{\text{УЧШ}} = 3,87$ . Відповідно  $Q_{10} = 6,62 \approx 7$ ,  $Q_{12} = 7,50 \approx 8$ ,  $Q_{\text{РСШ}} = 83$ ,  $Q_{\text{ECTS}} \sim C$ ; для  $Q_{\text{УЧШ}} = 2,60$ ,  $Q_{\text{СШ}} = 39 + 4 = 43$ ,  $Q_{\text{ECTS}} \sim \text{FX}$ .

Зворотний перехід:  $q = 0,43$ ;  $Q_{\text{СШ}} = 43 - 4 = 39$ ;  $Q_{\text{УЧШ}} = 2,60$ .

З урахуванням однієї з аксіом теорії множин [18] впливає, що дві упорядковані множини подібні, якщо між ними можна встановити однозначну відповідність, яка зберігає порядок. А шкали порядку, інтервалів (різниць), відносин і абсолютна – є не що інше, як упорядковані множини, тобто такі, для яких встановлено правило порядку – прямування або передування. При перетвореннях шкали значення оцінюваної величини, очевидно, змінюється, але висновки щодо співвідношення (більше–менше–дорівнює) середніх статистичних значень, які звичайно використовуються для порівняння декількох сукупностей результатів вимірювань між собою, не повинні змінюватися (див. зауваження 3 та 4). Це відповідає вимогам інваріантності, прийнятим як основні у теорії вимірювань [19], і дозволяє використовувати вираз (1) як одну з моделей подання оцінних функцій викладача.

При побудові рейтингових списків за середніми значеннями оцінок, отриманих за різними шкалами, відстань між об'єктами порівняння виражається у поділках вибраної шкали (див. зауваження 3), що визначає її розрізняльну здатність.

Таким чином, процедуру оцінювання знань, умінь і навичок об'єктів контролю (суб'єктів навчання) з конкретної навчальної дисципліни для ЗВО з використанням чотирибальних шкал можна подати послідовністю таких кроків:

- отримання оцінок частки повернутої СН інформації;
- вираження оцінок у стобальній шкалі;
- отримання оцінок у традиційній чотирибальній шкалі або в удосконаленій чотирибальній шкалі;
- розрахунок усереднених оцінок;
- вираження усереднених оцінок у вигляді, прийнятному для побудови рейтингового списку в удосконаленій чотирибальній або стобальній шкалах.

Умовами застосування розглянутого методу вирішення завдань педагогічної кваліметрії, що зменшує вплив суб'єктивного фактора, мають бути:

- по-перше, наявність специфікацій шкал – прийнятих за домовленістю документів, що містять визначення шкал вимірювань та/або опис правил і процедур їх відтворення;
- по-друге, кваліфікація і неупередженість експертів-викладачів;
- по-третє, відсутність змови і, бажано, анонімність проміжних результатів.

## Висновки

Розглянуто підхід до вирішення завдань педагогічної кваліметрії, сутність якого полягає у використанні чотирибальної шкали порядку декількох різновидів, що дає можливість зіставлення оцінок, у тому числі отриманих за різними шкалами.

Практичне застосування методу показало його придатність для експертного оцінювання рівня підготовленості СН і побудови їх рейтингових списків.

## Список використаних джерел

1. Шишкин, И. Ф. Теоретическая метрология [Текст]. Ч. 1. Общая теория измерений / И. Ф. Шишкин. – Санкт-Петербург : Питер, 2010. – 192 с.
2. Шишкин, И. Ф. Правосудие де-юре и де-факто [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gia-stk.ru>. – Загл. с экрана.
3. Загальна теорія вимірювань як основа експертного оцінювання [Текст] / О. В. Дегтярьов, В. В. Дубровіна, В. Є. Козлов, Ю. В. Козлов // Системи обробки інформації. – 2015. – Вип. 10(135). – С. 178–181.
4. Варгалюк, В. Аналіз результатів педагогічного експерименту з впровадження шкали ECTS у ВНЗ України [Текст] / В. Варгалюк, Т. Деркач // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2007. – № 2. – С. 66–70.
5. Советский энциклопедический словарь [Текст] / гл. ред. А. М. Прохоров; редкол. А. А. Гусев и др. – Москва : Сов. энцикл., 1987. – 1600 с.
6. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://metrology.com.ua...-dstu-2681-94>. – Назва з екрана.
7. РМГ 83-2007. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Шкалы измерений. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www/gostrf.com/normadata/](http://www/gostrf.com/normadata/). – Загл. с экрана.
8. Шкала [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://uk.wikipedia.org>. – Назва з екрана.
9. Шкала [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org>. – Загл. с экрана.
10. Шишкин, И. Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством [Текст] / И. Ф. Шишкин; под ред. акад. Н. С. Соломенко. – Москва : Изд-во стандартов, 1990. – 342 с.
11. Шишкин, И. Ф. Теоретическая метрология [Текст]. Ч. 2. Обеспечение единства измерений / И. Ф. Шишкин. – Санкт-Петербург : Питер, 2012. – 240 с.
12. Козлов, В. Є. Модель подання оцінних функцій викладача [Текст] / В. Є. Козлов, В. Т. Оленченко, І. О. Юзьков // Системи обробки інформації. – Харків : ХУПС, 2009. – Вип. 6(80). – С. 233–236.
13. Для измерений нужна шкала [Электронный ресурс] / НиТ. Текущие публикации, 11.04.1998. – Режим доступа : <http://n-t.ru> > статьи > измерения в технике > nst.pdf. – Загл. с экрана.
14. Шабалин, С. А. Прикладная метрология в вопросах и ответах [Текст] / С. А. Шабалин. – Москва : Изд-во стандартов, 1990. – 192 с.
15. Козлов, В. Є. Опис шкал педагогічної кваліметрії методами нечіткої математики [Текст] / В. Є. Козлов, О. О. Новикова // Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України. – Харків : АВВ МВС України, 2013. – Вип. 1(21). – С. 25–28.
16. Орлов, А. И. Эконометрика [Текст] / А. И. Орлов. – Москва : Экзамен, 2002. – 442 с.
17. Лінійка викладача [Текст] : пат. України № 105328 на корисну модель, МПК (2016.01) G01B 3/00 / Козлов В. Є., Козлов Ю. В., Новикова О. О. – Опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5.
18. Бардачов, Ю. М. Дискретна математика [Текст] / Ю. М. Бардачов, Н. А. Соколова, В. Є. Ходаков. – Київ : Вища школа, 2002. – 287 с.
19. Пфанцагль, И. Теория измерений [Текст] / И. Пфанцагль. – Москва : Мир, 1976. – 165 с.

*Стаття надійшла до редакції 21.12.2018 р.*

УДК 621.317

**В. Е. Козлов, Ю. В. Козлов**

### **МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ КВАЛИМЕТРИИ**

*В статье обобщены результаты исследований и опыт педагогической деятельности в решении задач педагогической кваліметрії. Рассмотрен метод, предусматривающий использование нескольких разновидностей четырёхбалльной шкалы порядка для экспертного оценивания и построения рейтинговых списков субъектов обучения.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а:* кваліметрія; експертне оцінювання; педагогічна діяльність.

UDC 621.317

**V. Ye. Kozlov, Yu. V. Kozlov**

### **METHOD OF SOLVING THE PEDAGOGICAL QUALITY TASKS**

*In the process of expert measurement, one or more (a group of) experts - operators of measuring devices (in technical or other measurements), experts in the field of general qualimetry (in the quantitative assessment of product quality), judges (in judicial practice), scientific and pedagogical workers (in pedagogical qualimetry). In the latter case, various grades of order are used to determine the level of assimilation of knowledge, skills and abilities in a higher educational establishment (HEI): four-point, ten-point, twelve-point, twenty-point, two-sided, and also a rating scale (RS) and its corresponding ECTS-scale and their varieties, accepted in some universities of Ukraine.*

*Obviously, the lack of clear criteria that bind each score, rather than the range of scores (as in the RS), to the content of the subject's response to a specific question or a series of questions, gives the right to determine the assessment for bribe to expert teachers, which gives rise to "voluntarism" in certain assessments and determines their subjectivity. Other disadvantages of existing evaluation systems are due to their variety, mainly related to the need to increase the length of the scale (expansion of the range) in order to improve the quality of the distinction of subject's response.*

*The article summarizes the results of research and experience of pedagogical activity in solving problems of pedagogical qualimetry using several varieties of a four-point scale of order for expert evaluation and construction of rating lists of subjects of study.*

*The essence of the method is to obtain, when controlling the estimates of the proportion of the information returned by the subject of learning; expression of marks in the stoical scale; obtaining grades on a traditional four-point scale or on an improved four-point scale; calculation of average estimates; the expression of averaged estimates in the form acceptable for building a rating list in an improved quadruple or rating scale.*

*К e y w o r d s:* qualimetry, expert evaluation, pedagogical activity.

**Козлов Валентин Євгенович** – кандидат технічних наук доцент, доцент кафедри інформатики та прикладних інформаційних технологій Національної академії Національної гвардії України.

ORCID 0000-0003-4452-3009

**Козлов Юрій Валентинович** – кандидат технічних наук, доцент, докторант Харківського національного університету радіоелектроніки.

ORCID 0000-0002-6165-4978