

УДК 621.317: 681.518: 519.25

О.В. Дегтярьов<sup>1</sup>, В.В. Дубровіна<sup>2</sup>, В.Є. Козлов<sup>3</sup>, Ю.В. Козлов<sup>1</sup><sup>1</sup> Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків<sup>2</sup> Харківській національний університет міського господарства, Харків<sup>3</sup> Національна академія Національної гвардії України, Харків

## ЗАГАЛЬНА ТЕОРІЯ ВИМІРЮВАНЬ ЯК ОСНОВА ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ

Розглянуто підхід до застосування положень загальної теорії вимірювань при експертному оцінюванні у будь-якій сфері людської діяльності, який передбачає використання наукової, методичної, організаційної, технічної та правової основ метрологічного забезпечення вимірювань для отримання значень кількісних показників. Втілення обговорених положень може забезпечити розповсюдження положень закону про метрологію та метрологічну діяльність на всі галузі застосування, де рішення приймають на основі експертного вимірювання, а також удосконалення наукових, методичних та організаційних засад вимірювальних процедур.

**Ключові слова:** теорія вимірювань, кваліметрія, експертне оцінювання.

### Аналіз публікацій та постановка проблеми

У статті відомого вченого-метролога І.Ф. Шишкіна, опублікованій в електронному журналі “Мир измерений” [1], йде мова про можливість і потребу застосування у судовій практиці загальної теорії вимірювань (ЗТВ), оскільки судові рішення є підсумком оцінювання органом правосуддя результатів експертних вимірювань, виконаних, зокрема, за шкалою порядку. За результатами експертних вимірювань приймають рішення в багатьох предметних галузях, фактично, в умовах невизначеності: відповідно до одного з постулатів ЗТВ результат вимірювань є випадковим [2]. Тому завжди існує ризик прийняття хибного рішення. Загальна теорія вимірювань передбачає можливість чисельно оцінити цей ризик та/ або обмежити його шляхом встановлення гранично допустимих величин помилок першого та другого роду, обумовлених неточністю (похибками) вимірювань.

Накопичений авторами досвід застосування на практиці експертних оцінок у педагогічній кваліметрії (за період інтенсивного втілення принципів Болонської декларації) та при вирішенні завдань відбору персоналу [3, 4] і сутність змісту публікації [1], який автори в повній мірі поділяють, обумовлюють **актуальність та мету статті** – розглянути можливість застосування загальної теорії вимірювань в якості підґрунтя для процедур експертного оцінювання.

### Виклад основного матеріалу

Запропонований підхід до застосування положень ЗТВ при експертному оцінюванні передбачає використання наукової, методичної, організаційної,

технічної та правової основ метрологічного забезпечення вимірювань (МЗВ) [1 – 4].

1. Наукову основу МЗВ складають теорія вимірювань та теорія статистичних рішень. За умов використання шкал інтервалів, відношень та абсолютної шкали завжди можна оцінити результат вимірювання та прийняти рішення за критерієм мінімуму середнього ризику (при наявності апріорної інформації) або за іншими критеріями [2]. Можна оцінити, наприклад, імовірність вірного висновку як

$$P_{\text{вв}} = 1 - (Q_1 + Q_2), \quad (1)$$

де  $Q_1$  і  $Q_2$  – відповідно помилки першого та другого роду для відомих законів розподілу  $f_1(x)$  і  $f_2(x)$  оцінюваних величин при заданому граничному значенні  $x_R$  (рис. 1).

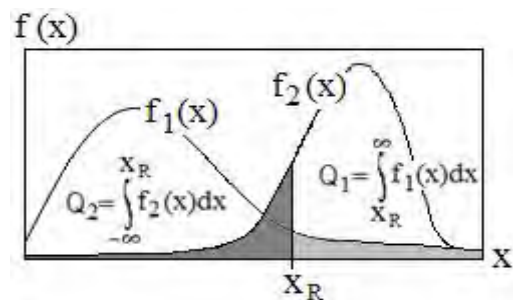


Рис. 1. Оцінювання імовірності вірного висновку

При вирішенні кваліметричних завдань оцінювання якості деяких об'єктів порівняння (суб'єктів навчання, виробів тощо) використовують шкали порядку. Отримані при цьому оцінки – дані нечислової природи. Їх використання породжує три проблеми: вибір шкали, встановлення критеріїв застосування поділок та/ або інтервалів шкали, вибір методу оброблення результатів оцінювання (вимірювання).

Розглянемо в якості прикладу шкали порядку, що застосовуються в педагогічній кваліметрії: чотири-, десяти-, дванадцяти-, стобальна та шкала ECTS. Впровадження останньої супроводжувалося “волюнтаризмом” з боку вищих навчальних закладів (ВНЗ), як показано в табл. 1 для узагальнених даних [5] і ВНЗ авторів та інших.

Модель подання оцінних функцій викладача, отримана із застосуванням інформаційно-імовірнісного підходу [6], дозволяє зіставляти оцінки, отримані за будь-якою зі шкал порядку. До того ж, вона чітко “прив’язує” одну до одної оцінку за чотирибальною, стобальною шкалами і шкалою ECTS [6, 7], як це показано в табл. 2.

Таблиця 1

Шкали порядку, що застосовуються в педагогічній кваліметрії

Оцінка за чотирибальною шкалою	Оцінка ECTS	Оцінки за стобальною шкалою
Відмінно	A	81-100
Добре	B	74-89
	C	61-75
Задовільно	D	50-74
	E	35-60
Незадовільно	FX	22-59
	F	0-34

Таблиця 2

Прив’язка оцінок за чотирибальною, стобальною шкалами і шкалою ECTS

Оцінка за чотирибальною шкалою	Оцінка ECTS	Оцінки за стобальною шкалою
Відмінно	A	94-100
Добре	B	86-94
	C	74-86
Задовільно	D	67-74
	E	57-67
Незадовільно	FX	34-57
	F	0-34

Взагалі, шкали порядку розширюють для отримання більш якісного розрізнення об’єктів порівняння. При цьому, критерії виставлення тих чи інших балів не завжди чітко визначені. Особливо це притаманне стобальній шкалі, для якої розпливчасті критерії сформульовані для діапазонів оцінок, а конкретні значення віддані на розсуд експертів (викладачів). Для чотирибальної шкали критерії можуть бути чітко встановлені, а роздільну здатність можна забезпечити використанням методу ноніуса [8].

Чотирибальна шкала є прийнятною для вирішення кваліметричних завдань рейтингового оцінювання у будь-якій предметній галузі [3]. Для цього достатньо сформулювати запитання типу “Відповідає чи ні об’єкт порівняння даних вимозі?” або “Притаманна чи ні об’єкту порівняння дана якість?” тощо і надати експертам можливість приписати відповідні бали за критеріями, пов’язаними з твердженнями “Так” – 5, “Скоріше так, чим ні” – 4, “Скоріше ні, чим так” – 3, “Ні” – 2. Такий підхід спрощує вирішення другої проблеми використання даних нечислової природи.

Застосування чотирибальної шкали дозволяє вирішити і третю проблему (оброблення результатів

оцінювання) шляхом фазифікації результуючої функції належності з використанням методу центру тяжіння [4], що не суперечить теорії для “вузьких” шкал [9].

На рис. 2 наведено графічні інтерпретації деяких нормованих функцій належності  $\mu_1(x)$  і  $\mu_2(x)$ . Тут  $x_{\Pi}$  і  $x_{\kappa}$  – відповідно початок і кінець шкали,  $x_R$  – деяке задане як умова прийняття рішення граничне значення.

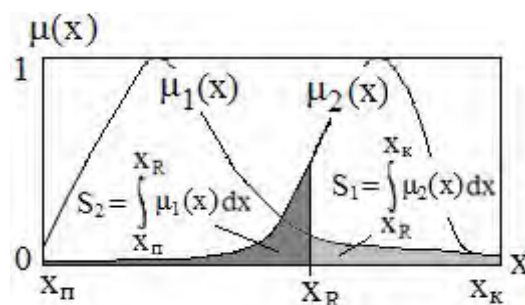


Рис. 2. Оцінювання імовірності вірного висновку для даних нечислової природи

Такі дані (за аналогією з проілюстрованим на рис. 1 прикладом) можна застосовувати для оціню-

вання аналітичним, графічним або графоаналітичним способом імовірності прийняття вірного висновку  $P_{\text{вв}}$  щодо конкретного об'єкта порівняння для конкретних даних:

– помилка першого роду

$$P_1 = S_1 / S(\mu_1); \quad (2)$$

де  $S_1$  – площа частини функції належності праворуч від  $x_R$ ;  $S(\mu_1)$  – площа під кривою функції належності  $\mu_1(x)$ ;

– помилка другого роду

$$P_2 = S_2 / S(\mu_2), \quad (3)$$

де  $S_2$  – площа частини функції належності ліворуч від  $x_R$ ;  $S(\mu_2)$  – площа під кривою функції належності  $\mu_2(x)$ ;

– імовірність вірного висновку

$$P_{\text{вр}} = 1 - (P_1 + P_2). \quad (4)$$

2. Методичну основу МЗВ складає вимірювальна процедура, що гарантує задані імовірності помилок першого та другого роду. В нашому випадку це має бути атестована методика вимірювань за шкалою порядку. Її можна створити на ґрунті викладеної у ГОСТ 8.051-81 методики вибору засобу вимірювальної техніки (ЗВТ) для контролю параметра виробу при заданих допустимих значеннях імовірностей хибної  $P_{\text{хв}}$  та невиявленої  $P_{\text{нв}}$  відмов виробу, допуску на параметр  $\Delta_{\text{п}}$ , середнього квадратичного відхилення параметра  $\sigma_x$ , законів розподілу параметра  $f(x)$  та похибки вимірювання  $f(\Delta)$ . Номограми, наведені у стандарті, дозволяють звести розрахунки фактичних значень хибної  $P_{\text{хв}}$  та невиявленої

ної  $P_{\text{нв}}$  відмов до елементарних операцій, порівняти розраховані значення із заданими, зробити висновок щодо правильності вибору ЗВТ. Остаточню розраховують імовірність вірного висновку – достовірність контролю параметра – за формулою (1) при умові  $Q_1 = P_{\text{хв}}$ ,  $Q_2 = P_{\text{нв}}$ .

Доопрацювання потребує питання застосування викладеної методики при односторонньому допуску, що притаманне кваліметричним завданням, з урахуванням розглянутих в першому пункті даної статті методик застосування чотирибальної шкали та оброблення результатів експертних вимірювань.

Окремого обговорення заслуговує проблема визначення складу групи експертів через обов'язковий відбір і “тренування” з метою забезпечення узгодженості оцінок [8], що, на нашу думку, виключає будь-яку об'єктивність. Ще один недолік, притаманний, зокрема, соціологічним опитуванням, – виключення з числа опитуваних (фактично, експертів) тих, хто не визначився відносно заданого запитання. На разі ефект “Буріданова віслиюка”. У цьому випадку доцільно приписувати оцінку, відповідну середині шкали, що не зменшує обсяг вибірки для подальшого оброблення і не суперечить здоровому глузду.

3. Організаційна основа МЗВ подається, як правило, повірочною схемою [10]. Продовжуючи розсуди публікації [1], доповнимо наведений там приклад (перший і другий стовпці табл. 3) складовими, що стосуються педагогічної кваліметрії та загальної кваліметрії (відповідно третій та четвертий стовпці табл. 3).

Таблиця 3

Складові, що стосуються педагогічної кваліметрії

Верховний суд	Державний еталон	Стандарти освіти	Нормативні документи
Суди другої інстанції	Робочі еталони	Фундаментальна друкована праця	Перелік якостей об'єктів порівняння
Суди першої інстанції	Засоби вимірювань	Експерт (група експертів)	Експерт (група експертів)

Для педагогічної кваліметрії державним еталоном є стандарти освіти, що визначають перелік знань, умінь та навичок предметної галузі відповідно до спеціальності підготовки фахівця. В якості робочих еталонів можуть виступати фундаментальна друкована праця з предметної галузі – монографія, підручник тощо, в яких викладено зміст знань. Наявність еталону, з точки зору метрології, передбачає вимірювання за шкалою відношень. Ця процедура в педагогічній кваліметрії може бути реалізована виходячи з поняття інформаційної ентропії, але це питання потребує окремого обговорення.

Для загальної кваліметрії державними еталономі можна вважати нормативні (директивні, керівні, розпорядчі та інші) документи, що стосуються

предметної галузі та об'єктів порівняння. Перелік якостей конкретного об'єкта порівняння – фактично робочий еталон. Наприклад, для вирішення завдань кадрового забезпечення військового вищого навчального закладу такий перелік може бути поданий інформаційною моделлю з інтелектуальної, психофізіологічної та інших якостей особистості [11].

4. Технічну основу МЗВ складають засоби вимірювань, в якості яких при вирішенні будь-яких кваліметричних завдань звичайно виступають експерти (див. табл. 3).

В педагогічній кваліметрії процедуру вимірювання можуть виконувати спеціальні комп'ютерні програми. Допоміжні (за смислом – основні) засоби: контрольні завдання, тести тощо, персональний комп'ютер.

Засобами вимірювань для застосування в кваліметрії (на прикладі відбору персоналу) можуть бути: інформаційна модель у складі тезаурусу (словника) та абеткового покажчика якостей об'єктів порівняння (кандидатів) і відповідний опитувальний аркуш [12], в якому експерт (група експертів) виставляє оцінки за прийнятими правилами (див. п. 1 даної статті). Засіб оброблення і подання результатів вимірювань – персональний комп'ютер.

5. Правова основа – найбільш важлива для втілення принципів загальної теорії вимірювань – потребує доопрацювання шляхом поширення (розповсюдження) вимог закону про забезпечення єдності вимірювань [13] на всі галузі застосування, де рішення приймають на основі експертного вимірювання, – зокрема, кваліметрію, в тому числі педагогічну, юриспруденцію тощо.

## Висновки

Розглянуто підхід до застосування положень ЗТВ при експертному оцінюванні, який передбачає використання наукової, методичної, організаційної, технічної та правової основ метрологічного забезпечення вимірювань. Втілення цих положень може забезпечити нова редакція закону про метрологію та метрологічну діяльність, а також удосконалення наукових, методичних та організаційних засад вимірювальних процедур.

## Список літератури

1. Шишкин И.Ф. Правосудие де-юре и де-факто [Электронный ресурс] / И.Ф. Шишкин. – Режим доступа к ресурсу: <http://ria-stk.ru>.
2. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. Ч. 1: Общая теория измерений [Текст] / И.Ф. Шишкин. – СПб.: Питер, 2010. – 192 с.
3. Козлов В.С. Методика рейтингового оцінювання для експертного застосування [Текст] / В.С. Козлов, В.Т. Оленченко, І.О. Юзьков // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ДП «ЦНДІ НІУ», 2009. – Вип. 4(12). – С. 69-74.

4. Козлов В.С. Теоретико-множинний метод експертного оцінювання [Текст] / В.С. Козлов, О.О. Новикова // Системи обробки інформації. – Х.: XV ПС, 2012. – Вип. 9(107). – С. 291-293.
5. Варгалюк В. Аналіз результатів педагогічного експерименту з впровадження шкали ECTS у ВНЗ України / В. Варгалюк, Т. Деркач // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2007. – №2. – С. 66-70.
6. Козлов В.С. Модель подання оцінних функцій викладача [Текст] / В.С. Козлов, В.Т. Оленченко, І.О. Юзьков // Системи обробки інформації. – Х.: XV ПС, 2009. – Вип. 6(80). – С. 233-236.
7. Козлов В.С. Опис шкал педагогічної кваліметрії методами нечіткої математики [Текст] / В.С. Козлов, О.О. Новикова // Зб. наук. праць Акад. внутр. військ МВС України. – Х.: АБВ МВС України, 2013. – Вип. 1(21). – С. 25-28.
8. Шишкин И.Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством [Текст] / И. Ф. Шишкин. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 343 с.
9. Орлов А.И. Эконометрика / А.И. Орлов. – М.: Экзамен, 2002. – 442 с.
10. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. Ч. 2: Обеспечение единства измерений [Текст] / И.Ф. Шишкин. – СПб.: Питер, 2012. – 240 с.
11. Козлов В.С. Позамашинна інформаційна база системи кадрового забезпечення вищого навчального закладу МВС України / В.С. Козлов, В.Т. Оленченко, І.О. Юзьков // Системи обробки інформації. Х.: XV ПС, 2008. – Вип. 6 (73). – С.180-183.
12. Полторак С.Т. Удосконалення науково-методичного апарату відбору кадрів для внутрішніх військ МВС України / С.Т. Полторак, В.Т. Оленченко, В.С. Козлов // Зб. наук. праць Харк. ун-ту Повітр. Сил. – Х.: XV ПС, 2012. – Вип. 1(30). – С. 223-225.
13. О метрологии и метрологической деятельности [Текст]: закон Украины №113/98-ВР от 11.02.1998 г. // Голос Украины от 13.03.1998 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: [www/ URL: http://zakon.ua/zakon/zakon-o-metrologii.html](http://zakon.ua/zakon/zakon-o-metrologii.html) – Заголовок с экрана.

Надійшла до редколегії 20.08.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.М. Крюков, Національна академія Національної гвардії України, Харків.

## ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ КАК ОСНОВА ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

А.В. Дегтярёв, В.В. Дубровина, В.Е. Козлов, Ю.В. Козлов

Рассмотрен подход к применению положений общей теории измерений при экспертном оценивании в любой сфере человеческой деятельности, который предусматривает использование научной, методической, организационной, технической и правовой основ метрологического обеспечения измерений для получения значений количественных показателей. Реализацию рассмотренных положений может обеспечить распространение требований закона о метрологии и метрологической деятельности на все области применения, где решения принимают на основе экспертного измерения, а также усовершенствования научных, методических и организационных принципов измерительных процедур.

**Ключевые слова:** теория измерений, кваліметрія, експертне оцінювання.

## GENERAL THEORY OF MEASURING AS BASIS OF EXPERT EVALUATION

O.V. Degtyaryov, V.V. Dubrovina, V.Ye. Kozlov, Yu.V. Kozlov

Going near application of positions of general theory of measuring is considered at an expert evaluation in any sphere of human activity, that envisages the use scientific, methodical, organizational, technical and legal bases of the metrology providing of measuring for the receipt of values of quantitative indexes. Realization of the considered positions distribution of requirements of law can provide on metrology and metrology activity on all industries of application, where decision is made on the basis of the expert measuring, and also improvement of scientific, methodical and organizational principles of measuring procedures.

**Keywords:** theory of measuring, qualimetry, expert evaluation.